FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Année 1964 N°

THÈSE 450

pour

LE DOCTORAT EN MEDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Eric HAZAN

Interne des Hôpitaux de Paris

né le 23 Juillet 1936 à Neuilly-sur-Seine

Présentée et soutenue publiquement le

- **ETUDE TECHNIQUE DE LA CHIRURGIE DES PETITES ARTERES**

- **ESSAI D'APPLICATION A LA CHIRURGIE EXPERIMENTALE DES ARTERES CORONAIRES**

Président : Monsieur le Professeur Jean MATHEY

PARIS 1964

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Année 1964 N°

THÈSE

pour

LE DOCTORAT EN MEDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Eric HAZAN

Interne des Hôpitaux de Paris

né le 23 Juillet 1936 à Neuilly-sur-Seine

Présentée et soutenue publiquement le

- **ETUDE TECHNIQUE DE LA CHIRURGIE DES PETITES ARTERES**

- **ESSAI D'APPLICATION A LA CHIRURGIE EXPERIMENTALE DES ARTERES CORONAIRES**

Président : Monsieur le Professeur Jean MATHEY

PARIS 1964

ETUDE TECHNIQUE DE LA CHIRURGIE DES PETITES ARTERES

ESSAI D'APPLICATION A LA CHIRURGIE EXPERIMENTALE DES ARTERES CORONAIRES

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

15-12-1963

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Alajouanine (T.), Aubin (A.), Bénard (H.), Binet (L.), Builiard (H.), Cadenat (F.), Cathala (J.), Chabrol (E.), Chailley-Bert (P.), Debré (R.), Fey (B.), Gailiard (H.), Gaudart d'Allaines (F. de), Gennes (L. de), Halphen (E.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Laroche (G.), Lavier (G.), Lelong (M.), Lévy-Solal (E.), Lian (C.), Mathieu (P.), Monod (R.), Moreau (R.), Moulonguet (P.), Mouquin (M.), Olivier (E.), Pasteur Vallery-Radot, Petit-Dutaillis (D.), Piédelièvre (R.), Quénu (J.), Richet (C.), Senèque (J.), Strohl (A.), Tanon (L.), Verne (J.).

DOYEN . . . . . Gaston CORDIER.

1er ASSESSEUR . . . . . } Daniel BARGETON
2e ASSESSEUR . . . . . } Paul CASTAIGNE

I. — PROFESSEURS

1° CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Anatomie	DELMAS (A.)
Anatomie pathologique	DELARUE (J.)
Anesthésiologie	BAUMANN (J.)
Biochimie médicale	JAYLE (M.-F.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	MALMEJAC (J.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Biophysique médicale	BUGNARD (L.)
— —	DOGNON (A.)
— —	DJOURNO (A.)
Cancérologie médicale et sociale	BERNARD (J.)
Chimie pathologique	SCHAPIRA (G.)
Embryologie	TUCHMANN (H.)
Gérontologie expérimentale	N...
Histoire de la médecine et de la chirurgie	JOANNON (P.)
Histologie	GIROUD (A.)
Hygiène et médecine préventive	BOYER (J.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Médecine légale	DEROBERT (L.)
Microbiologie (Bactériologie et virologie)	FASQUELLE (R.)
Parasitologie	BRUMPT (L.-C.)
Pathologie chirurgicale	LAURENCE (G.)
Pathologie exotique	N...
Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN (F.-P.)
Pathologie médicale	LAROCHE (Cl.)
— —	BRICAIRE (H.)
Pathologie respiratoire	TURIAF (J.)
Pathologie et thérapeutique générales	DEPARIS (M.)
Pharmacologie	CHEYMOL (J.)
Physiologie	BARGETON (D.)
—	PARROT (J.)
Physiologie et pathologie obstétricales	LEPAGE (F.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)
Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale	CAUCHOIX (J.)
Thérapeutique	CONTE (M.)
Thérapeutique appliquée	LAMOTTE (M.)

b) Professeurs à titre personnel :

Anatomie anthropologique	OLIVIER (G.)
Biochimie médicale	DESGREZ (P.) / POLONOVSKI (J.)
Biologie médicale	BOURLIÈRE (F.)
Pharmacologie	LÉVY (Mlle J.)
Physiologie	DEJOURS (P.)
Physique médicale	KELLERSHOHN (L.) / GOUGEROT (L.)
Radiologie médicale	FISCHGOLD (H.)

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550011_0025

2° CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Clinique carcinologique chirurgicale (Necker)	REDON (H.)
Clinique cardiologique (Broussais)	SOULIÉ (P.)
Cliniques chirurgicales — Beaujon	LORTAT-JACOB (J.-L.)
Cliniques chirurgicales — Cochin	LEGER (L.)
Cliniques chirurgicales — Hôtel-Dieu	PATEL (J.)
Cliniques chirurgicales — Pitié	CORDIER (G.)
Cliniques chirurgicales — Saint-Antoine	GOSSET (J.)
Cliniques chirurgicales — Salpêtrière	SICARD (A.)
Cliniques chirurgicales — Tenon	OLIVIER (Cl.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades)	FÈVRE (M.)
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique (Cochin)	MERLE d'AUBIGNÉ (R.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)	DUBOST (Ch.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laennec)	MATHEY (J.)
Clinique endocrinologique (Pitié)	DECOURT (J.)
Clinique de Génétique médicale (Enfants-Malades)	LAMY (M.)
Clinique gynécologique (Broca)	HUGUIER (J.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (Saint-Louis)	DEGOS (R.)
Clinique des maladies des Enfants (Enfants-Malades)	TURPIN (R.)
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)	MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte-Anne)	DELAY (J.)
Clinique des maladies métaboliques (Necker)	HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang (Broussais)	MARCHAL (G.)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)	CASTAIGNE (P.)
Cliniques médicales — Broussais	MILLIEZ (P.)
Cliniques médicales — Broussais	LENÈGRE (J.)
Cliniques médicales — Cochin	BROUET (G.)
Cliniques médicales — Hôtel-Dieu	BARIÉTY (M.)
Cliniques médicales — Lariboisière	SÈZE (S. de)
Cliniques médicales — Pitié	DREYFUS (G.)
Cliniques médicales — Saint-Antoine	KOURILSKY (R.)
Cliniques médicales — Saint-Antoine	BOUDIN (G.)
Clinique d'hydrologie et de climatologie (Bichat)	DEBRAY (Ch.)
Clinique médicale infantile de pédiatrie sociale (Enfants-Malades)	MARIE (J.)
Clinique médicale propédeutique (Broussais)	JUSTIN-BESANÇON (L.)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu)	DEROT (M.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	DAVID (M.)
Clinique neurologique (Salpêtrière)	GARCIN (R.)
Cliniques obstétricales — Baudelocque	LACOMME (M.)
Cliniques obstétricales — Foch (Suresnes)	MERGER (R.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)	VARANGOT (J.)
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)	RENARD (G.)
— — (Cochin)	OFFRET (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	AUBRY (M.)
Clinique de pédiatrie et de puériculture (Saint-Vincent-de-Paul)	N...
Clinique de pneumo-phtisiologie (Laennec)	BERNARD (E.)
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)	MICHAUX (L.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	COSTE (F.)
Clinique stomatologique (Salpêtrière)	DECHAUME (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	ROUX (M.)
Clinique thérapeutique médicale (Saint-Antoine)	LEMAIRE (A.)
Clinique toxicologique	GAULTIER (M.)
Clinique urologique (Cochin)	ABOULKER (P.)
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique	PADOVANI (P.)
Séméiologie médicale	DOMART (A.)
Séméiologie et clinique chirurgicales	POILLEUX (F.)
Séméiologie traumatique et orthopédique	JUDET (R.)
Clinique urologique (Necker)	COUVELAIRE (R.)
Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)	N...

b) Professeurs à titre personnel :

Hydrologie et climatologie	GIBERTON (A.)
Maladies infectieuses	BASTIN (R.)
Médecine	AZERAD (E.)
Médecine	BOUR (H.)
Médecine	LAMBLING (A.)
Médecine	LHERMITTE (F.)
Médecine	PEQUIGNOT (H.)
Médecine	PERRAULT (M.)
Médecine	SIGUIER (F.)
Médecine	WORMS (R.)
Oto-Rhino-Laryngologie	MADURO (R.)
Pneumo-Phtisiologie	KREIS (B.)
Rhumatologie	DELBARRE (F.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGRÉGÉS ET MAITRES DE CONFÉRENCES - AGRÉGÉS

	MM.
Anatomie	CABROL (C.) COUINAUD (C.) GILLOT (C.) HUREAU (J.)
Anatomie pathologique	GAUTHIER-VILLARS (Mlle P.) pr. s. ch. ABELANET (R.) CHOMETTE (G.) GOUYGOU (Ch.), pr. s. ch. NEZELOFF (Ch.) ORCEL (L.) PAILLAS (J.)
Anesthésiologie	N. du BOUCHET (Mme) KERN (E.) VOURC'H (G.)
Bactériologie	BARBIER (P.) pr. s. ch. CHRISTOL (D.) DAGUET (G.) LE MINOR (L.) TOURNIER (P.)
Biochimie médicale	BAULIEU Et. m. conf. BOURILLON (R.) CARTIER (P.) pr. s. ch. CORNILLOT (P.) DREYFUS (J.-Cl.) GONNARD (P.) JEROME (H.) KRUH (J.) LEGRAND (J.-Cl.) NORDMANN (J.)
Biologie appliquée à l'Education Physique et aux Sports	PLAS (F.)
Biologie médicale	BENHAMOU (J.-P.) BOIVIN (P.) HARTMANN (L.) pr. s. ch.
Carcinologie	BOIRON (M.) DENOIX (P.) MATHE (G.) SELIGMANN (M.)
Cardiologie	HATT (P.-Y.)
Dermato-Syphiligraphie	CIVATTE (J.) DUPERRAT (B.) HEWITT (J.) TOURAINE (R.)
Electro-Radiologie	HEITZ (F.) m. conf. LEDOUX-LEBARD (B.)
Embryologie	ROUX (Ch.)
Hématologie	BESSIS (M.) BILSKI-PASQUIER (B.) DAUSSET (J.) DUHAMEL (G.)
Histologie	COUJARD (R.), pr. s. ch. DA LAGE MAROIS (M.) RACADOT (J.) SCHRAMM (B.)

	MM.
Hydrologie	BESANÇON (F.) CORNET (A.)
Hygiène	BLANCHER (G.) CORRE-HURST (Mme L.) ROUSSEL (A.) SAPIN-JALOUSTRE (H.)
Maladies infectieuses	DUPONT (V.) LISSAC (J.) RAPIN (M.)
Maladies métaboliques	ANTOINE (B.) CROSNIER (J.) RICHET (G.) SEBAOUN (J.)
Médecine légale	BOURGUIGNON (A.) FOURNIER (E.) GUENIOT (M.) HADENGUE (A.)
Médecine du travail	ALBAHARY (C.)
Neuro-chirurgie	PERTUISET (B.)
Neuro-Psychiatrie	CAMBIER (J.) CATHALA (H.) ESCOUROLLE (R.) GAUTIER (J.-Cl.) LAPRESLE (J.) LEREBOULLET (J.) PICHOT (P.) TARDIEU (G.)
Obstétrique	GRANJON (A.) HERVET (E.) LE LORIER (G.) LEVY (J.) LEWIN (D.) MUSSET (R.) ROBEY (M.) SENEZE (J.) SUREAU (C.) TCHOBROUTSKY (Mme C.) THOYER-ROZAT (J.)
Ophtalmologie	AUVERT (Mme B.) BRÉGEAT (P.) DUBOIS (A.) FONTAINE (Mme M.) SARAUX (H.)
Orthopédie	DUPARC (J.) MAURER (P.) MEARY (R.) POSTEL (M.) RAMADIER (J.)
Oto-rhino-Laryngologie	DEBAIN (J.) PIALOUX (P.) SERGENT (H.)
Parasitologie	GOLVAN (Y.) HO THI SANG (Mlle) LAPIERRE (J.)

MM.

Pathologie chirurgicale . .
- BARCAT (J.)
- BINET (J.-P.)
- BLONDEAU (Ph.)
- CERBONNET (G.)
- CHATELIN (C.-L.)
- DAUTRY (P.)
- DEMIRLEAU
- DUBOST (Cl.)
- FAUREL (J.)
- FLABEAU (F.)
- GALEY (J.-J.)
- GARBAY (M.)
- GARNIER (H.)
- GAUDART-d'ALLAINES (Cl. de)
- GERMAIN (A.)
- LATASTE (J.)
- LOYGUE (J.)
- MAILLARD (J.-N.)
- MERCADIER (M.)
- NATALI (J.)
- PELLERIN (D.)
- PERROTIN (J.)
- PREMONT (M.)
- ROBERT (H.)
- THOMERET (G.)
- VAYSSE (J.)

Pathologie exotique . . . . SCHNEIDER (J.)

Pathologie expérimentale .
- BERTHAUX (P.)
- COTTENOT (Fr.)
- LŒPER (J.) Pr. s. ch.
- MAURICE (J.)
- MIKOL (Cl.)
- PAUPE (J.-R.)

Pathologie médicale . . . .
- ACAR (J.)
- AUQUIER (L.)
- AUSSANNAIRE (M.)
- BEAUMONT (J.-L.)
- BERNIER (J.-J.)
- BOUVIER (J.)
- BOUVRAIN (Y.)
- BRISSAUD (H.)
- BROCARD (H.)
- BUGE (A.)
- CANIVET (J.)
- CARLOTTI (J.)
- CATINAT (J.)
- CHRÉTIEN (J.)
- CLOAREC (M.)
- COBLENTZ (B.)
- CONTAMIN (F.)
- COURY (C.)
- DEBRAY (J.)
- ÉTIENNE (J.-P.)
- FREZAL (J.)
- FRITEL (D.)
- FUNCK-BRENTANO (J.-L.)
- GRIVAUX (M.)
- HAZARD (J.)
- HENNEQUET (A.)
- HIMBERT (J.)
- HOUSSET (E.)
- LAGRUE (G.)
- LESOBRE (R.)
- LEVEQUE (B.)
- MACREZ (C.)
- MOREAU (L.)
- NENNA (A.)
- NICK (J.)
- POULET (J.)
- ROYER (P.)
- TCHERDAKOFF (Ph.)
- THIBAULT (Ph.)
- TOURNEUR (R.)
- VILLIAUMEY (J.)
- WOLFROMM (R.)

MM.

Pédiatrie-Puériculture . . .
- ALAGILLE (D.)
- ALISON (J.)
- CANLORBE (P.)
- GORIN (R.)
- LAFOURCADE (J.)
- LEPERCQ (G.)
- LESTRADET (H.)
- MALLET (R.)
- MANDE (R.)
- MINKOWSKY (A.)
- MOZZICONACCI (P.)
- POLONOVSKI (C.)
- REY (J.)
- RIBIERRE (M.)
- ROSSIER (A.)
- VIALATTE (J.)

Pharmacologie . . . . . .
- BOISSIER (J.)
- LECHAT (P.)

Physiologie . . . . . .
- BARRES (G.)
- DURAND (J.)
- GIRARD (Fr.) m. conf.
- HUGELIN (A.)
- LAURENT (D.)
- SCHERRER (J.) pr. s. ch.
- VASSEUR (B.)

Physique médicale . . . . .
- CHANTEUR (J.)
- COURSAGET (J.)
- GREMY (F.) m. conf.
- MILHAUD (G.)
- PAGÈS (J.-Cl.)
- PELLERIN (P.)
- ROUCAYROL (J.-C. pr. s. ch.
- TUBIANA(M.) m.conf.

Pneumo phtisiologie . . . .
- DECROIX (G.)
- ISRAEL (L.)
- MEYER (A.)
- RENAULT (P.)
- SORS (Ch.)

Psychiatrie infantile . . . .
- DENIKER (P.)
- DUCHE (D.)
- FLAVIGNY (H.)

Radiologie médicale . . . .
- DUBOST (J.)
- LEFEBVRE (J.)
- MICHEL (J.-R.)

Rhumatologie . . . . . MASSIAS (P.)

Stomatologie . . . . . .
- CAUHEPE (J.)
- CERNEA (P.)
- CHAPUT (Mme A.) m. c. agr.
- CREPY (Cl.)
- FLEURY (R.)
- GRELLET (M.)

Thérapeutique . . . . . .
- CHASSAGNE (P.)
- FOUET (P.)
- LABET (R.)
- MARCHE (J.)

Urologie . . . . . .
- AUVERT (J.)
- MOULONGUET (A.)
- QUENU (L.)

III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent.

	MM.
Anatomie	DEBEYRE (J.)
Clinique chirurgicale	VERNE (J.-M.)
Clinique médicale	RAMBERT (P.) THIEFFRY (S.)
Clinique obstétricale	GRASSET (J.) MAYER (M.) MORIN (P.)
Clinique ophtalmologique	DESVIGNES (P.)
Clinique pédiatrique et puériculture	LAPLANE (R.)
Clinique psychiatrique	BARUK (H.)
Clinique urologique	KUSS (R.)

IV. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

Bactériologie . . . . . HAUDUROY (P.) Pr. s. ch.

Pathologie chirurgicale . . . . . RUDLER (J.) Pr. s. ch.

V. - CHARGÉS DE COURS D'HYGIÈNE SCOLAIRE ET UNIVERSITAIRE : BOLTANSKI (E.), LAUNAY (C.)

Secrétaire général de la Faculté . . . . . M. LENA (J.)

Conseiller administratif . . . . . Mlle CHAINTREUIL (G.)

Conservateur en Chef de la Bibliothèque . Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine . . . . . M. le Docteur HAHN (A.)

Conservateurs . . . . . Mlles DUMAITRE (P.), LE NOIR (G.), QUIÉVREUX (E.)

Bibliothécaires . . . . . Mmes CONTET (J.), FORGET (F.), Mlle LAURENT (H.), Dr SCHILLER (J.)

A mon maître, le Professeur Jean MATHEY,

qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse,

qui m'a fait la joie de m'accueillir parmi ses élèves et de me faire ainsi profiter de ses leçons de pathologie, de technique et de non-conformisme intellectuel.

qu'il veuille bien accepter en retour l'expression d'une reconnaissance aussi chaleureuse que l'est son enseignement quotidien.

Au docteur Michel WEISS,

qui m'a fait confiance, m'a ouvert son laboratoire et m'a initié à la chirurgie thoracique expérimentale.
Ce travail, conseillé, dirigé, corrigé par lui, est en grande partie le sien. Qu'il soit assuré de ma gratitude et de ma très fidèle amitié.

A mes maîtres dans les hôpitaux :

EXTERNAT.

- Monsieur le Professeur Agrégé JUDET
- Monsieur le Professeur PATEL
- Monsieur le Professeur CONTE
- Monsieur le Docteur KAPLAN
- Monsieur le Docteur KLOTZ

INTERNAT.

- Monsieur le Professeur Agrégé DENOIX
- Monsieur le Docteur LACOUR
- Monsieur le Docteur NARDI
- Monsieur le Docteur VALIDIRE
- Monsieur le Professeur Agrégé THOMERET
- Monsieur le Professeur Agrégé DUBOST
- Monsieur le Professeur COUVELAIRE
- Monsieur le Professeur Agrégé AUVERT
- Monsieur le Professeur Agrégé MOULONGUET
- Monsieur le Professeur LAURENCE
- Monsieur le Docteur BOUREAU
- Monsieur le Professeur Agrégé GALEY
- Monsieur le Docteur AIGUEPERSE
- Monsieur le Docteur DE SAINT-FLORENT

La première partie de ce travail a été réalisée à l'Institut GUSTAVE-ROUSSY (Pr.Ag.P. DENOIX) grâce à l'obligeance du Docteur J. LACOUR; la seconde partie, au Centre Chirurgical MARIE-LANNELONGUE (Dr R. SAUVAGE) dans le laboratoire de chirurgie expérimentale (Dr M. WEISS).

Cette expérimentation a été possible grâce à l'aide amicale de P. BELPERRON, A. BRUNET et P. TUFFET, externes des hôpitaux. Elle a été épaulée par la compétence du Docteur D. GUILMET, Chef de Clinique, assistant à l'hôpital BROUSSAIS.

I N T R O D U C T I O N

La vie est brève, l'art est long, l'occasion prompte à s'échapper, l'empirisme dangereux, et le raisonnement difficile.

HIPPOCRATE.

Notre époque a bouleversé la façon dont les hommes vivent. Le grand spectacle à transformations de la mode, des loisirs, des armements et des moyens de promenade s'étale et s'accélère sur les bandes de l'actualité. Et pendant ce temps, en coulisse, une autre révolution s'accomplit, souterraine, insidieuse, statistique : on est en train de changer notre façon de mourir. Les hommes meurent plus vieux, c'est une constatation, mais ce n'est pas tout. Le concept même de mort se modifie : autrefois, elle était accident, un fil coupé, un coup de faux malheureux. Aujourd'hui, mis à part le verglas sur l'autoroute et quelques autres vestiges du Destin antique, la mort est usure, fatigue, aboutissement. Mais cette mort enfin naturelle, qu'est-elle donc, organiquement parlant ? Avant tout l'encrassement des petits vaisseaux. Crises cardiaques et attaques cérébrales ont donné à la mort en couches, en duel ou par phtisie galopante, le pathétique démodé d'une chanson 1900.

Face à ce modé envahissant de mort et de mutilation, les médecins restent pensifs. Certes des centaines de savants cherchent à dissoudre le calcaire, à transformer les grosses molécules graisseuses en molécules plus petites. Mais pendant ce temps, les hémi-

plégiques reçoivent la papavérine, et les angineux la tritrine. Et ils restent angineux et hémiplégiques, malades anxieux et diminués, menant une existence humiliante d'infirmes, dont la vie ne tient qu'à un petit filet de sang parcourant de misérables collatérales.

Quant aux chirurgiens, qui ont pour métier de réparer ce qui est lésé, ils se désintéressent de ce problème. Et ce renoncement tient à une question de millimètres. Le même qui n'hésitera pas à intervenir sur une fémorale, une rénale ou une mésentérique, haussera les épaules si on lui parle sylvienne ou coronaire. Parce qu'il a été dit, répété, et même écrit, qu'au dessous du demi-centimètre, plus rien n'est possible.

Il est aujourd'hui permis de se demander si ce pessimisme est justifié. Il est même permis de se demander si l'obstacle du petit calibre n'est pas plus psychologique que réel. Certes, pour greffer ou désobstruer un vaisseau de deux millimètres, il faut d'autres principes, d'autres instruments, d'autres gestes, que pour une aorte. Mais si l'on veut bien réunir ces instruments, assimiler ces principes, et répéter ces gestes, ce qui semblait du domaine de l'acrobatie lilliputienne devient une entreprise réglée, minutieuse, mais à tout prendre facile, et assurée du succès autant que peut l'être une intervention manuelle sur des tissus vivants.

Cette chirurgie des petits vaisseaux est née vers 1950. Elle a été stimulée par les besoins que créent chaque jour les progrès de la chirurgie digestive, réparatrice, cardiovasculaire, et par l'essor des transplantations d'organes. Elle entre désormais dans sa période de maturité.

Il existe actuellement trois méthodes différentes pour anastomoser les petits vaisseaux : la suture conventionnelle à l'aiguille sertie, l'anastomose par matériel métallique, et enfin, dernière née, l'anastomose par "collage" des extrémités.

LA SUTURE CONVENTIONNELLE.

Depuis les célèbres travaux de CARREL (4.5.6.), une abondante littérature a été consacrée à la façon la meilleure de suturer deux extrémités vasculaires avec du fil et une aiguille. Mais c'est dans les dernières années seulement que des chirurgiens se sont attaqués aux problèmes particuliers que pose un calibre réduit.

En 1958, SEIDENBERG publie une technique d'anastomose des artères viscérales (rénales, splénique, mésentérique) chez le chien (41.). Il utilise deux hémisurjets ordinaires, non éversants, de soie 7.0. On trouve déjà dans ce travail la plupart des principes de base : la nécessité d'une dissection très douce, mais dépouillant parfaitement l'artère de son adventice, l'interdiction de toucher au vaisseau avec une pince, l'obligation enfin de parvenir d'emblée à un bon résultat, toute retouche étant habituellement néfaste. La même année, le même auteur publie six cas de reconstruction de l'oesophage cervical par une greffe libre de jejunum, revascularisée par anastomose des vaisseaux mésentériques aux vaisseaux facieux.

En 1960, JACOBSON et SUAREZ font paraître leurs résultats obtenus grâce à un microscope opérateur grossissant 20 fois (30.)

Ils parviennent ainsi à placer 30 points séparés sur une artère de 3 mm. de calibre, et si fins que l'anastomose est invisible à l'oeil nu, ou presque.

En 1961, URSCHEL et ROTH publient une étude comparative des anastomoses par suture et par intubation sur prothèse de tantale. Leur procédé de suture est étonnamment simple : 4 points séparés leur suffisent. Le taux de perméabilité est de 95 % pour l'intubation et de 93 % pour la suture, sur la fémorale et la carotide du chien. (46.47.).

En 1963, CHASE, SCHWARTZ et ROB (10.11.12.) exposent la technique qui leur donne un succès constant sur l'artère brachiale du chien dont le calibre moyen est de 1,5 mm. Comme SEIDENBERG ils utilisent deux hémisurjets ordinaires de soie. Leur description est un très remarquable inventaire des pièges de cette chirurgie et des moyens de les éviter.

Outre ces travaux très etoffés, de nombreuses notes sur des points particuliers de technique sont parues ces dernières années, surtout à l'étranger

LES ANASTOMOSES PAR MATERIEL METALLIQUE.

Les premières en date (BLAKEMORE et LORD, 1945), étaient réalisées grâce à une prothèse métallique tubulaire sur laquelle les deux extrémités étaient fixées par une simple ligature circulaire. Cette méthode, évidemment simple mais quelque peu rustique, a cependant donné satisfaction à un certain nombre d'auteurs, et dans une chirurgie aussi minutieuse que celle des coronaires.

Tout différents sont les systèmes d'"agrafeuses" qui nous viennent d'U.R.S.S. et du Japon.

L'instrumentation soviétique (1.22.37.) est une machine d'une redoutable complexité mais dont le principe est simple : l'élément de base est constitué par deux manchons tubulaires, sur lesquels chacune des deux extrémités à anastomoser est éversée. L'un sert de support à plusieurs dizaines de minuscules agrafes métalliques, l'autre sert de butée. Un système de pinces couplées permet l'impaction des deux manchons et l'agrafage.

L'instrumentation japonaise de NAKAYAMA est plus simple (35.). Les pièces centrales sont un couple d'anneaux plats. Chaque anneau porte sur une de ses faces 6 pointes et 6 trous alternés, qui permettent de l'emboîter et de le sertir avec l'anneau opposé. Chacune des deux extrémités à anastomoser est enfilée dans un anneau. La paroi vasculaire est éversée et accrochée sur les 6 pointes. Puis, grâce à un système de pinces les 2 anneaux sont solidarisés, les pointes de l'un pénétrant dans les trous de l'autre et l'anastomose est terminée. On peut ainsi opérer sur des vaisseaux de 1,5 = à 4 mm. de calibre. NAKAYAMA a prouvé la confiance qu'il a en son instrument : il a réalisé grâce à lui des reconstructions de l'oesophage par un greffon libre de sigmoïde, revascularisé par les vaisseaux du cou.

Ces machines outils témoignent d'une grande ingéniosité. Leurs promoteurs font état d'excellents résultats, après un certain temps d'entraînement toutefois, car leur maniement est plus délicat qu'il n'y parait à regarder les schémas.

LES ANASTOMOSES A LA "COLLE" VASCULAIRE.

C'est en 1960 qu'a fait son apparition dans le domaine chirurgical le Méthyl-2-cyano-acrylate (commercialisé par les laboratoires Ethicon sous la dénomination d'Eastman 910). Cette substance a la remarquable propriété de se polymériser sous forme

solide dès qu'elle se trouve au contact d'un milieu légèrement basique, tel que la plupart des tissus vivants. De plus cette polymérisation est très rapide, de l'ordre de trente secondes. Cette colle a les qualités d'être autostérile et de ne donner qu'un minimum de réactions à corps étranger.

Son application aux anastomoses vasculaires a fait l'objet de travaux déjà nombreux. Certains auteurs l'emploient presque isolément, limitant les sutures à deux fils d'angle qui ne servent qu'à présenter les extrémités l'une contre l'autre.(26.) D'autres préfèrent faire une suture expéditive qu'ils complètent par la colle. D'autres enfin utilisent le produit pour coller autour des deux extrémités à unir une bande de Teflon ou de fascia lata. Quelle que soit la technique utilisée, la plupart des chirurgiens conviennent de l'utilité de l'Eastman 910 , au moins pour parfaire l'étanchéité d'une anastomose défectueuse. Son application expérimentale déborde le domaine vasculaire : elle a servi à des anastomoses bronchiques, digestives, urétérales (23.45.).

Le présent travail a été entrepris pour tenter de mettre au point une technique de chirurgie microvasculaire qui soit à la fois simple dans son exécution et régulière dans ses résultats.

Pour satisfaire à la simplicité, nous avons renoncé à utiliser les instrumentations mécaniques. Outre que ces machines sont chères, d'un maniement et d'un entretien difficile, plusieurs arguments nous en ont écartés. Leur principe commun est l'éversion des tuniques vasculaires. Or cette éversion, si elle ne présente pas de difficultés sur un vaisseau sain, devient une entreprise des plus aléatoires sur un vaisseau tant soit peu rendu rigide par

l'athérome. D'autre part, comme à toutes les machines, on ne peut leur demander que ce pour quoi elles ont été destinées, c'est-à-dire une anastomose termino-terminale (et termino latérale pour la machine de NAKAYAMA). On ne peut donc les utiliser pour fermer une artériotomie, qu'il s'agisse de fermeture directe ou par une pièce de tissu humain ou prothétique.

Pour satisfaire à la sécurité nous n'avons pas confié nos anastomoses au monomère adhésif. Utilisé isolément il comporte en effet trop d'aléas : chute d'une parcelle du produit dans la lumière, décollement entre la couche de colle et la paroi vasculaire, ulcérations du vaisseau sur la colle durcie représentant trop de causes d'échec (23.). En revanche, l'Eastman 910 nous a été utile pour parfaire dans certains cas l'étanchéité des sutures conventionnelles.

Nous avons donc utilisé une technique de suture manuelle classique. Elle n'implique que très peu d'instruments spéciaux, tous faciles à se procurer à bas prix. Elle est facile à réaliser après un minimum d'entrainement. Ses résultats peuvent se comparer favorablement avec ceux jusqu'ici publiés.

La première partie du travail porte sur l'artère fémorale et l'aorte du lapin. Il s'agissait de se familiariser avec une technique d'anastomose termino-terminale, puis de réparation d'une artériotomie longitudinale. Dans la deuxième partie, l'animal d'expérience a été le chien. Nous avons tenté d'appliquer les techniques précédemment acquises à la chirurgie expérimentale des artères coronaires.

ETUDE TECHNIQUE DE LA CHIRURGIE DES PETITES ARTERES

PREMIERE PARTIE

LES ANASTOMOSES TERMINO-TERMINALES

I) LE MATERIEL UTILISE.

Il est indispensable de disposer d'un système optique grossissant. Lorsqu'on opère sur un organe de très petites dimensions, les possibilités ne sont pas limitées par la main mais par l'oeil. Si l'opérateur est bien assis, les avant bras appuyés, sa main lui obéit à une fraction de millimètre près. Mais s'il opère à l'oeil nu, les données que lui fournit sa vue sont d'une précision bien moindre, et la finesse dont est capable le geste est inutilisable, faute d'une information visuelle suffisante.

Pour cette partie du travail, nous avons utilisé une loupe binoculaire à serre tête, qui donne un grossissement de 1,75 (fig. 1).

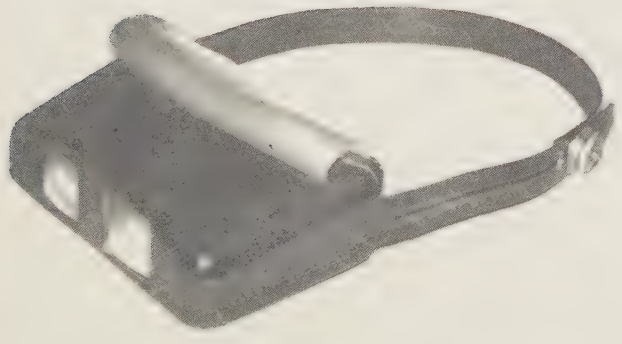


Fig. 1

Ceci est suffisant pour opérer sur des vaisseaux de moins d'un millimètre de calibre. Une telle loupe a comme principal avantage sa simplicité : aucun réglage n'est nécessaire, le vaisseau peut facilement être observé sous toutes ses faces, et surtout le passage à la vision normale est facile par une simple inclinaison de la tête en arrière. Mais sa distance focale est courte, et elle ne peut donc convenir que pour des organes superficiels ou de petits animaux.

Quant aux instruments proprement dits (fig. 2), leur seule particularité est leur finesse. Pour la dissection des vaisseaux, il est utile de disposer de ciseaux courbes d'ophtalmologie, dits ciseaux à strabisme. Une pince à disséquer extrêmement fine est indispensable pour le dépouillement de l'adventice. Pour manipuler les extrémités vasculaires, le meilleur instrument est un crochet mousse; type crochet à dure mère de CLOVIS VINCENT, Le porte-aiguille est de modèle usuel à mors très fins. Les modèles à ressort, qu'utilisent les ophtalmologistes, ne conviennent pas car ils donnent un déclic à l'ouverture.

Fig. 2

Peut-être le porte aiguille spécial fonctionnant à air comprimé, imaginé par ASSIMACOPOULOS et SALMON (2.) sera-t-il un progrès important de la microchirurgie. Enfin, des clamps bull dog miniatures rendus plus mous par une compression prolongée complètent l'instrumentation.

Le matériel de suture choisi a été le fil de soie vasculaire 6-0, serti à chaque extrémité d'une aiguille ronde de 9 mm, et d'un tiers de cercle de courbure. (ETHICON). PHELAN, dans une étude comparée des qualités de la soie, du nylon, et du dacron de très fin calibre dans les anastomoses des petits vaisseaux (37) conclut que la traditionnelle soie n'est pas en fait le meilleur matériel : elle est plus fragile que les matériaux synthétiques, elle donne une plus forte réaction cellulaire, et elle a une fâcheuse tendance à migrer vers l'intérieur de la lumière vasculaire. Nous avons vérifié le bien fondé de tous ces reproches. Mais il est actuellement très difficile de se procurer en France un matériel synthétique de très fin calibre. Le choix de la soie a donc été un choix de nécessité.

De même celui de l'animal d'expérience. Non pas que le lapin soit dépourvu de qualités. Il est robuste et résiste bien à l'anesthésie, même donnée par des amateurs. Il résiste bien aussi à l'infection. Mais il est très enclin à la thrombose et surtout au spasme vasculaire : le traumatisme le plus minime entraîne une constriction très intense, très durable, et très étendue, puisqu'elle gagne même les artères du membre controlatéral.

84 lapins ont été utilisés, dont le poids moyen était de 3,200 g. Ils ont été anesthésiés à l'éther, au masque. Aucun barbiturique n'a été administré pour l'induction. Le sommeil ainsi obtenu est quelque peu houleux mais très sûr, et cette anesthésie n'a entraîné que peu de morts opératoires.

II) TECHNIQUE DES ANASTOMOSES TERMINO-TERMINALES.

68 anastomoses termino-terminales ont été réalisées sur l'artère fémorale superficielle gauche du lapin, vaisseau dont le calibre moyen est de 1,4 mm. (de 2,2 à 0,6 mm.).

Dissection de l'artère, préparation de l'anastomose.

La voie d'abord est une incision verticale à la face antérieure de la cuisse, partant du milieu de l'arcade crurale en haut, et longue de 6 cm environ. La fixation des lèvres cutanées à des champs au moyen d'agrafes suffit à assurer l'écartement. Après avoir franchi l'aponévrose de la cuisse, le paquet vasculaire est mis à jour : l'artère est flanquée à sa face interne de sa veine et, à sa face antérieure, du nerf crural. Ces éléments doivent en être séparés sur toute la hauteur de l'incision pour avoir une liberté de manoeuvre suffisante.

Fig. 3.

Dès que l'artère est suffisamment dégagée, il faut la mesurer avant toute manipulation supplémentaire. Nous avons utilisé pour ce faire, une filière de tôlier graduée en 1/10 de millimètre (fig.4).

Fig. 4

Il ne nous a pas semblé utile de mesurer le calibre interne, étant donné l'épaisseur très faible de la paroi.

L'artère est ensuite dépouillée de son adventice sur 3 à 4 cm., au lieu choisi pour la section. Grâce à la loupe, à la pince à disséquer ultra fine et aux ciseaux à strabisme, toutes ses faces peuvent être mises à nu. Mais cette dissection doit être faite sur l'artère en place, lentement, doucement, sans traction. Il vaut mieux ne pas soulever l'artère par des lacs. Il faut se garder de tirer sur l'adventice qui "vient" comme la peau d'un animal qu'on écorche : cette manoeuvre crée immédiatement un spasme qui réduit l'artère à moins de la moitié de son calibre et compromet la suite de l'intervention.

Le vaisseau complètement disséqué, les clamps sont mis en place, manche du côté de l'aide, de part et d'autre du lieu choisi pour la section. Ils doivent laisser entre eux un segment libre de 1,5 cm environ. Plus long, les extrémités sont floches et difficiles à manier, plus court, l'anastomose est malaisée.

Avant de couper, il faut encore faire un geste, simple mais décisif : la dilatation de l'artère. En effet, la pose des clamps, la section du vaisseau sont de rudes traumatismes. Si l'on n'y prend pas garde, une fois l'anastomose terminée et les clamps levés, on assiste à l'installation immédiate d'un spasme qui transforme l'artère en un cordon blanc, filiforme, non battant, thrombosé dès les premières minutes. Lorsque ce spasme est installé il est pratiquement irréversible. La novocaïne locale est sans aucune action pour le prévenir. En revanche, la dilatation de l'artère entre les clamps est d'une remarquable efficacité.

On la réalise grâce à une seringue de sérum physiologique garnie d'une aiguille à intradermo-réaction coudée à angle droit (Fig. 5 et 5 bis).

Fig. 5.

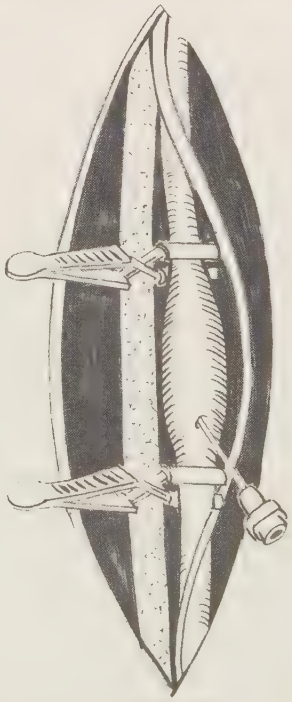


Fig. 5 bis.

L'artère est ponctionnée entre les clamps et l'on injecte le sérum sous une pression suffisante pour voir le vaisseau se dilater et blanchir. Le doigt perçoit la sensation d'une résistance vaincue, qui correspond au forçage de la musculature circulaire. Aucun spasme n'est plus à craindre dans la région de l'anastomose.

Il est inutile d'utiliser, pour cette manoeuvre la novocaïne, qui nous a paru avoir un effet corrosif sur les tuniques vasculaires. Il s'agit d'un effet purement mécanique et non pharmacodynamique.

Dès lors il faut couper l'artère et commencer l'anastomose.

L'anastomose proprement dite.

Trois modes de suture ont été utilisés successivement : l'anastomose à points séparés, le surjet ordinaire et le surjet éversant. Les deux premiers ont donné des résultats décevants. Aussi ne les décrirons-nous que de façon rapide et critique pour nous attarder davantage sur la technique du surjet éversant.

21 anastomoses ont été réalisées à points séparés (groupe A).

L'artère est sectionnée perpendiculairement à son axe. Deux points d'angle sont passés et noués immédiatement. Entre ces deux points on place 3 à 5 points sur la face antérieure du vaisseau. On le retourne ensuite grâce aux fils d'angle et aux clamps, et on termine par les points sur la face postérieure.

Les résultats à la levée des clamps ont été régulièrement désastreux. Au début de l'expérimentation, ayant lu les travaux d'URSCHEL et ROTH (47. 48.), nous placions le moins possible de points. Il s'ensuivait une hémorragie considérable, longue, ne

tarissant pas par compression, obligeant à reclamper et à ajouter des points, manoeuvre que les petits vaisseaux tolèrent toujours fort mal.

Nous avons ensuite essayé de placer des points plus épais, prenant plus de tissu artériel. Le problème hémorragique s'est touvé résolu, mais à la levée des clamps, l'anastomose était fortement sténosée, voire non perméable.

Enfin, la solution de multiplier les points en prenant très peu de tissu a été également décevante. D'une part, la confection d'un noeud est par elle-même un geste délicat qui ne peut être mené aussi rapidement que sur un gros vaisseau. En multipliant les noeuds on allonge considérablement le temps de clampage. D'autre part et surtout, le volume des noeuds, une fois l'anastomose terminée, est énorme par rapport à la taille du vaisseau qui se trouve entouré d'une épaisse couronne de corps étranger. Ceci est probablement à incriminer dans les mauvais résultats éloignés.

Ce type d'anastomose a donc été abandonné, tout en sachant qu'avec un matériel de suture encore plus fin et un grossissement supérieur, il doit pouvoir rendre des services.

21 anastomoses ont été réalisées par 2 hémi-surjets ordinaires (groupe B.)

L'artère est sectionnée et 2 points d'angle sont mis en place comme précédemment. On mène ensuite, de l'aide vers soi, un hémi-surjet antérieur en utilisant l'un des deux brins d'angle (rappellons que les fils utilisés sont doublement sertis). Cet hémi-surjet est arrêté avec l'un des deux brins du côté de l'opérateur. L'artère est retournée et le deuxième hémi-surjet est mené de la même façon sur le plan postérieur.

A la levée des clamps, l'hémorragie est toujours notable mais elle se tarit habituellement après quelques minutes de compression douce. L'aspect final de l'anastomose est le plus souvent satisfaisant. Il n'y a pas de sténose visible et le segment d'aval est bien battant. Le progrès sur l'anastomose à points séparés est donc sensible.

Les résultats à terme ont également été améliorés, mais sans être pour autant excellents. La technique a donc été modifiée dans le sens d'une plus grande finesse.

26 anastomoses ont été réalisées par deux hémisurjets éversants (groupe C.).

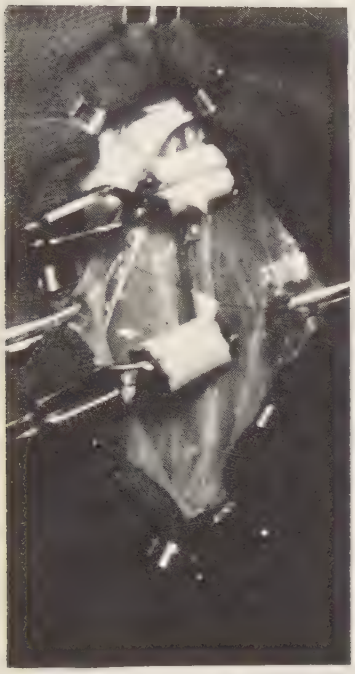
Le détail de cette technique est le suivant.

L'artère est sectionnée obliquement aux ciseaux de POTTS. Le plan de coupe forme avec l'axe du vaisseau un angle de 45 ° environ. Cette obliquité est destinée à étaler en hauteur la légère sténose que crée, de façon inévitable, le surjet éversant.

Les extrémités sont lavées soigneusement au sérum physiologique sous pression : on utilise la même seringue qui a servi à la dilatation de l'artère.

Pour la confection de l'anastomose, le seul instrument autorisé est le porte-aiguille. Tout au plus peut-on s'aider du crochet mousse pour manipuler les extrémités et d'un jet de seringue pour séparer les parois accolées l'une à l'autre. Mais la pince à disséquer doit être laissée de côté jusqu'à la fin. Même fine, même sans griffe, elle crée des dégâts irréparables. Tous les points doivent donc absolument être passés à main levée.

La pose des points d'angle demande un certain soin, car il est essentiel qu'ils soient bien placés exactement aux angles (fig. 6). C'est facile du côté de l'angle aigu, toujours bien visible. C'est plus difficile pour l'angle obtus. On commence par le point d'angle du côté de l'aide. Grâce au fil doublement serti, les parois des deux extrémités sont toutes deux piquées de dedans en dehors, de l'intima vers l'adventice. Ceci permet une grande précision, tant sur le siège de pénétration de l'aiguille que sur l'épaisseur de la prise, qui doit rester inférieure au demi-millimètre.



Quand le fil est passé dans les deux extrémités, on le confie à un petit clamp bul-dog, sans le nouer. On passe ensuite le deuxième point d'angle du côté de l'opérateur de la même façon. L'opération est facilitée par une légère traction sur le fil opposé.

L'aide rapproche ensuite les clamps et l'opérateur fait les deux noeuds (fig. 7).

Fig.7.

Un bull-dog est placé sur les deux brins du côté de l'opérateur, et un autre sur l'un seulement des deux brins du côté de l'aide, le second servant au surjet antérieur. Celui-ci est donc mené de l'aide vers l'opérateur.

Le rôle de l'aide à ce moment doit être de maintenir en tension les fils d'angle tenus par les clamps de façon à étaler l'artère. Il ne soit plus bouger. Le surjet lui-même est tendu par le main gauche de l'opérateur, ceci pour deux raisons. D'une part, celui-ci utilise le fil du surjet pour se "présenter" les tranches vasculaires. D'autre part, il évite les erreurs de synchronisation entre le geste de tirer sur l'aiguille et celui de lâcher la boucle: une telle erreur aboutit à une déchirure, toujours irréparable sur des vaisseaux de cette taille.

Dans la confection de l'hémisurjet antérieur, plusieurs points sont à préciser :

Le plus difficile est de passer le premier point (fig.8), car on ne dispose à ce moment d'autre fil de traction que le fil d'angle. On risque deux fautes : piquer le plan postérieur en même temps que l'antérieur, et surtout placer le premier point très loin de l'angle, laissant subsister un gros orifice. Pour éviter ces deux erreurs, le premier point doit être passé en deux fois et tout contre l'angle.

Fig. 8.

Une fois ce point passé, le reste est bien plus facile. Cinq à six passages de l'aiguille suffisent à mener l' hémisurjet, en

n'oubliant pas d'en inverser la direction à chaque passage pour réaliser l'éversion.

Les prises doivent être très fines : le moins possible est le mieux, mais il faut prendre toute l'épaisseur de la paroi. On n'a d'ailleurs pas à craindre la rétraction de l'intima sur ces vaisseaux. La direction des points doit être perpendiculaire au plan de coupe, donc oblique par rapport à l'axe de l'artère. Enfin, il est essentiel que le surjet reste parfaitement tendu entre chaque point : si bien huilé que soit le fil, il sera impossible de le faire coulisser à la fin du surjet pour rattraper une boucle desserrée. On risquerait de froncer brusquement toute la suture et de déchirer l'artère.

Quand l'on a mené le surjet jusqu'au point d'angle du côté de l'opérateur, il faut l'arrêter avec l'un des deux brins qui se trouvent à cet angle. La bonne tension de ce noeud est l'élément décisif de la réussite. L'aide doit tirer sur les brins qui restent à chaque angle, symétriquement, de façon à donner à l'anastomose une largeur de très peu supérieure à l'artère d'amont et d'aval. Par le serrage du noeud, l'opérateur réduit cette différence. Il vaut mieux serrer trop peu que trop fort.

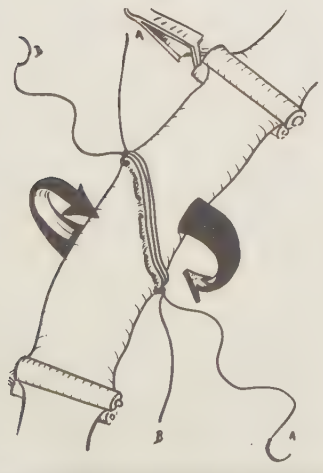


Fig. 9.

Le plan antérieur terminé, l'artère est retournée, grâce au passage des fils sous le vaisseau et au renversement des clamps, manche vers l'opérateur (fig. 9).

Le surjet du plan postérieur, qui se présente maintenant en avant est lui aussi mené de l'aide vers l'opérateur, avec l'un quelconque des fils qui se trouvent à l'angle-aide.

Ce deuxième hémisurjet est beaucoup plus facile à mener que le premier, car le plan antérieur suturé s'écarte spontanément vers la profondeur (fig.10). Le serrage du noeud d'arrêt doit être fait avec les précautions précédemment énoncées.

Fig. 10

Les fils sont coupés, les clamps sont lâchés en commençant par l'aval. L'hémorragie est toujours notable. Il faut absolument résister à la tentation d'ajouter des points. La compression douce avec un tampon d'ouate imbibé de sérum permet l'hémostase en quelques minutes.

L'anastomose terminée est à peine perceptible à l'oeil nu. Seuls les noeuds apparaissent nettement (fig. 11).

Fig. 11

Il n'y a habituellement ni thrill, ni sténose visible, et le segment d'aval est bien battant.

Aucun anticoagulant n'est utilisé ni pendant ni après l'intervention. Une injection de 500.000 unités de Pénicilline est effectuée une fois l'expérience terminée.

III) RESULTATS DES ANASTOMOSES TERMINO-TERMINALES.

Mode d'étude des résultats.

Sur les 68 animaux opérés, 12 sont morts dans les premiers jours. Ils ont été exclus de l'étude des résultats car il a été impossible de faire des vérifications assez précoces. En fait ces morts rapides sont surtout dues à un surdosage en éther, cause d'encombrement et de broncho-pneumonies. Ne pas tenir compte de ces animaux, ne fausse donc pas, en principe, les résultats.

Les 56 survivants se répartissent en :

- 16 anastomoses à points séparés (Groupe.A).
- 18 anastomoses par 2 hémisurjets ordinaires(Groupe B).
- 22 anastomoses par 2 hémisurjets éversants (Groupe C).

Ils ont été étudiés à une date comprise entre le 15° et le 95° jour. Un délai plus long est sans doute inutile, car lorsqu'une anastomose sur une artère saine se thrombose, elle le fait dans les premiers jours, voire dans les premières heures.

Pour vérifier ces anastomoses, nous avons utilisé :

1) La palpation de la fémorale basse au-dessus du genou. La perception d'un pouls est le témoin d'une anastomose perméable. Mais ce critère est trop grossier et il n'a jamais été utilisé isolément.

2) La réintervention est le mode de vérification le plus sûr. L'artère est réabordée, disséquée au-dessus et au-dessous de l'anastomose, elle est ensuite sectionée au-dessous, pour juger de la force systolique du jet, si jet il y a. La région de la suture est ensuite prélevée, ouverte en long et étalée pour examiner son visage interne.

3) Quelques animaux ont été étudiés par artériographie. Enfin, certaines anastomoses ont été confiées à l'anatomo-pathologiste.

III) LES RESULTATS.

Ils sont globalement exprimés dans le tableau suivant :

	Total	Thrombosés	Perméables	% réussite
Groupe A	16	12	4	25 %
Groupe B	18	11	7	38 %
Groupe C	22	2	20	91 %

Les 2 thromboses du groupe C sont survenues chez les 4 premiers animaux de ce groupe. Les 18 dernières anastomoses consécutives se sont donc trouvées être perméables. Le surjet éversant donne donc, entre nos mains tout au moins, des résultats très supérieurs aux deux autres méthodes.

Ces résultats peuvent paraître quelque peu tranchés. La plupart des auteurs distinguent, en effet, entre la perméabilité parfaite et la thrombose totale un certain nombre de stades intermédiaires. URSCHEL et ROTH par exemple évaluent leur résultats en 5 groupes :

4 : anastomose largement perméable	bons
3 : minime sténose sans caillots	
2 : sténose modérée sans thrombus muraux	
1 : sténose marquée avec thrombus muraux	mauvais
0 : occlusion complète	

Nous n'avons rien constaté qui justifiât dans notre série une telle classification, et les animaux vérifiés se rangent de façon très manichéenne en deux groupes :

Les anastomoses thrombosées.

Elles ne se manifestent par aucun signe clinique. Il n'y a en particulier ni gangrène ni impotence apparente. A la vérification, l'artère est enserrée dans une sclérose très dense, transformée en un cordon blanc difficile à identifier. Une fois prélevée et ouverte, elle est toujours thrombosée de façon totale. L'aspect le plus fréquent est celui d'un thrombus blanc organisé, accroché très précisément aux fils de l'anastomose. Ceux-ci, comme le notait PHELAN (37.) semblent avoir subi une migration vers la lumière. Le thrombus blanc se prolonge plus ou moins loin en aval par un thrombus rouge. Parfois existe aussi une thrombose d'amont. Il n'a jamais été constaté de thrombose veineuse associée.

Les anastomoses perméables.

Elles se manifestent dès l'ouverture de la peau par des tissus d'apparence normale. L'artère est rouge et battante (fig. 12). L'anastomose n'est marquée que par l'emplacement des noeuds d'angle. Nous n'avons jamais noté de sténose sur une anastomose perméable : il semble bien qu'à cette échelle, sténose et perméabilité soient incompatibles.

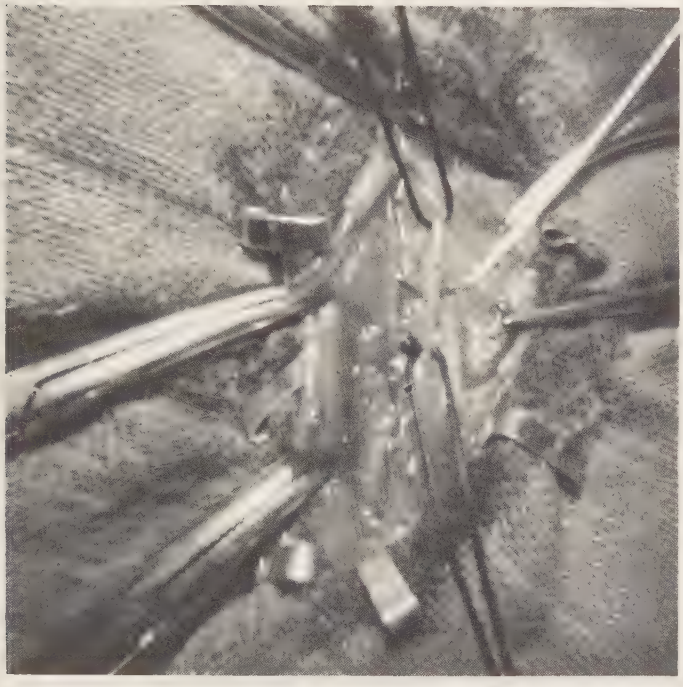


Fig. 12

A l'ouverture, l'endothelium recouvre parfaitement les fils qui restent cependant visibles par transparence. Il n'y a jamais de petits thrombus muraux sur une anastomose perméable.

L'étude histologique des anastomoses (Dr. DRAPEAU) confirme la très bonne reconstitution de l'endothelium sur la ligne de suture. La figure 13 est une coupe longitudinale d'une anastomose au 85° jour, colorée à l'orcéine.

Comme il est fréquent en matière d'anastomoses artérielles, la reconstitution du tissu élastique est moins parfaite : "les deux limitantes élastiques ainsi que le réseau de la média des deux extrémités se sont rétractées en pelotons de fibres fragmentées. Les fils de suture sont entourés d'un minimum de réactions inflammatoires".

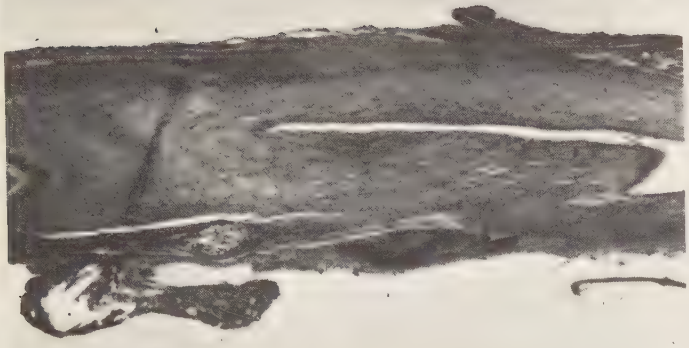


Fig. 13.

Fig. 14.

L'artériographie ci-contre faite par laparotomie et ponction aortique au 75° jour confirme l'absence de toute sténose au niveau de l'anastomose (marqué par la flèche), et le bon remplissage d'aval.

Discussion des résultats.

Certains chirurgiens ont tenté d'étudier les facteurs susceptibles de prévenir la thrombose dans les microanastomoses. ENGLER en particulier (21) a essayé successivement :

- de modifier le champ électrostatique par des électrodes laissées en place 6 heures le long du vaisseau,
- d'élargir l'anastomose grâce à une application ingénieuse de la plastie en Z, déjà suggérée en 1953 par HOLMAN et HAHN (27),
- de compléter l'anastomose par une fistule artério-veineuse à 1 cm. en aval.
- d'administrer de la fibrinolysine intra-veineuse,
- d'administrer de l'héparine à doses diverses.

Tous ces expédients n'ont donné aucun résultat tangible, sauf l'administration d'héparine à très fortes doses. On peut conclure que la thrombose de ces petites anastomoses n'est pas un phénomène mystérieux soumis aux influences astrales, mais un pur échec technique.

Nous avons essayé de déterminer l'influence sur les résultats de certains éléments, sinon tous chiffrables, du moins évaluables : le calibre de l'artère, le temps de clampage, la fuite au déclampage, l'aspect de l'anastomose terminée.

Le calibre de l'artère a été déterminé pour un groupe homogène, le groupe B. Le calibre moyen des 7 vaisseaux perméables était de 12/10 de millimètre. Celui des 11 thrombosés, de 11,7/10. Cette différence est sans signification, compte tenu de l'imprécision de la mesure.

Le temps de clampage a été, en moyenne, de 18 minutes pour le groupe A, 17 minutes pour le groupe B, et 22 minutes pour le groupe C. C'est donc le groupe C, celui des meilleurs résultats, qui est aussi celui du temps moyen de clampage le plus long.

La fuite au déclampage a été évaluée de la façon suivante :

- les anastomoses fuyant sans jet pendant moins de 5 minutes ont été cotées +
- celles fuyant pendant plus de 5 minutes, ont été cotées ++
- enfin, celles qui ont nécessité la pose de points supplémentaires, ont été cotées +++.

L'importance de la fuite se répartit dans les 3 groupes de la façon suivante :

	+	++	+++
Groupe A	4	7	5
Groupe B	6	8	4
Groupe C	14	6	2

Le surjet éversant donne donc des anastomoses beaucoup plus étanches que les autres techniques.

L'aspect de l'anastomose terminée a été ainsi évalué :

- les anastomoses très défectueuses, dont la perméabilité même est douteuse, sont cotées +

- celles certainement perméables, mais ayant un léger défaut (sténose, angulation) ou même celles dont la confection a été laborieuse, sont cotées ++

- enfin les anastomoses parfaites, +++.

	+	++	+++	
Groupe A	3	8	5	16
Groupe B	2	10	6	18
Groupe C	0	8	14	22

Il est donc évident que seule la technique compte. Une anastomose faite avec aisance, sans ratés, sans fuite massive au déclampage, sans sténose ni angulation, sera très probablement perméable, et ceci quels que soient le calibre de l'artère et la durée du clampage.

La supériorité de l'anastomose oblique par surjet éversant tient sans doute au fait qu'elle permet de placer peu de points et très fins, et qu'elle laisse donc peu de matériel étranger dans la lumière. Ses résultats immédiats et à terme sont bons. Mais deux problèmes subsistent : le premier est la longue durée du clampage nécessaire (moyenne 22 minutes), qui peut devenir un obstacle sérieux pour l'artère nourricière d'une région sensible à l'ischémie. Le deuxième est l'abondance de l'hémorragie au déclampage, qui risque de devenir redoutable si l'on opère sur un sujet hépariné.

Ces deux problèmes ont été partiellement résolus par l'utilisation du monomère adhésif Eastman 910, qui permet en principe une suture un peu plus expéditive et assure dans une certaine mesure l'étanchéité.

DEUXIEME PARTIE

FERMETURE D'UNE ARTERIOTOMIE LONGITUDINALE PAR UNE PIECE D'AUTOGREFFE ARTERIELLE

Si l'on ferme une incision longitudinale faite sur une artère en réunissant directement ses deux lèvres, on crée nécessairement une sténose. Or depuis POISEUILLE, l'on sait que la résistance dans un conduit cylindrique est inversement porportionnelle à la quatrième puissance du rayon. La plus faible diminution de celui-ci entraîne donc une très forte élévation de la résistance, et par voie de conséquence une chute du débit. Ceci n'est rien sur une aorte. Mais sur un vaisseau de moins de 3 mm. de calibre, la baisse du débit est un risque accru de thrombose, surtout si l'incision a porté sur une paroi pathologique.

Reprenant une idée ancienne de CARREL, (5.) SENNING et après lui, DE BAKEY, (42,17) ont mis au point une technique de fermeture évitant la sténose : il suffit d'intercaler une pièce (patch) de tissu taillée en losange entre les lèvres de l'artériotomie pour donner à la zone incisée un calibre égal, voire supérieur au calibre initial.

Cette méthode fut initialement conçue pour terminer les endarterectomies faites sur des vaisseaux de moyen calibre. Elle a reçu depuis de nombreuses applications, en particulier pour la cure rapide de certaines coarctations aortiques, ou pour l'élargissement d'infundibulums pulmonaires sténosés.

Dans son application aux très petits vaisseaux, cette technique pose moins de problèmes qu'une anastomose. Le choix du tissu dont sera faite la pièce ne se discute guère : ni les matériaux synthétiques, ni l'homogreffe artérielle conservée, ni l'autogreffe veineuse ne sont indiqués ici, puisqu'on dispose toujours à cette échelle de l'autogreffe artérielle. C'est le matériel idéal, comme l'ont montré CHATTERJEE, WARREN et GORE (25.), celui dont l'"artérialisation" est la plus rapide. De fait, il parait plus logique de greffer de l'artère sur une artère, comme on greffe de la peau sur la peau et de l'os sur l'os.

Quant à la technique proprement dite, la seule difficulté est dans le prélèvement et la taille de la pièce : si l'on essaie d'ouvrir dans le sens de la longueur puis d'étaler un petit segment d'une petite artère, préalablement déposée sur la pulpe de l'index gauche, l'on obtient rapidement une boulette informe d'aspect décourageant et d'utilisation aléatoire. Il faut donc prélever devant l'artériotomie ouverte une pièce d'artère bien taillée, bien orientée, bien étalée, et qui n'ait été à aucun moment saisie avec quelque instrument que ce soit.

I) TECHNIQUE DE LA FERMETURE D'UNE ARTERIOTOMIE LONGITUDINALE.

16 fermetures d'artériotomies longitudinales de l'aorte abdominale du lapin ont été réalisées, grâce à des pièces prélevées sur la fémorale superficielle du même animal.

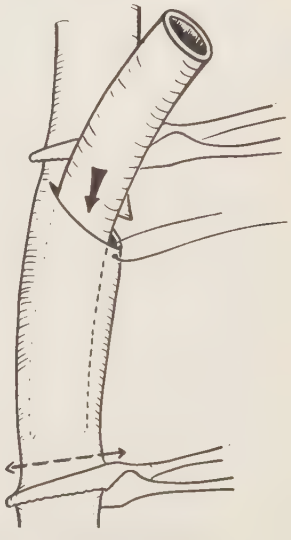
Le prélèvement de la pièce.

La fémorale superficielle gauche est abordée et disséquée au plus près sur 30 mm. Deux pinces sont placées laissant entre elles un segment libre de 20 mm. environ. L'artère est dilatée au sérum pour éviter le spasme (cf. supra).

On incise alors transversalement la moitié antérieure de la circonférence de l'artère au ras de la pince proximale et on passe immédiatement un fil de soie 6-0 dans la lèvre inférieure de cette incision, de l'adventice vers l'intima. Les 2 chefs de ce fil, qui reste muni de son aiguille, sont confiés à un petit clamp bull-dog. Une légère traction sur ce fil fait béer l'incision artérielle, par laquelle on introduit un cathéter de polythène très fin (Fig. 15 et 15 bis). Ce cathéter est poussé

Fig. 15.

Fig. 15 bis.



jusqu'à la pince distale et l'artère est sectionnée transversalement au ras de cette pince. On complète alors la libération du greffon en sectionnant la demi circonférence postérieure au ras de la pince proximale. Une traction sur le fil fait remonter le cylindre d'artère sur le cathéter. Deux pinces sont placées sur ce cathéter de part et d'autre du greffon pour éviter qu'il ne glisse.

Fig. 16.

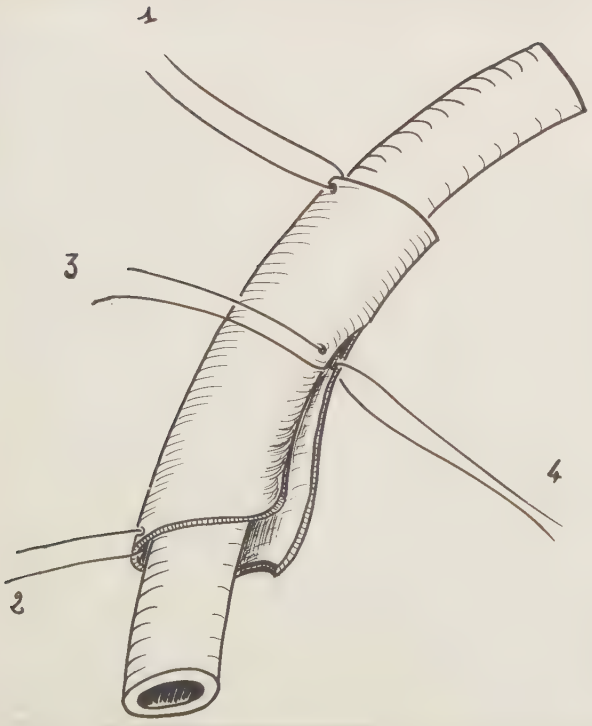


Fig. 17.

On passe alors un deuxième fil à l'extrémité distale du greffon, exactement sur la même génératrice du cylindre que le premier, et comme lui, de l'adventice vers l'intima. Ce fil est placé dans un deuxième bull-dog (Fig. 16).

On sectionne ensuite longitudinalement le greffon sur un peu plus de la moitié de sa hauteur, suivant la droite diamétralement opposée à celle qui joint les deux fils précédents.

Deux nouveaux fils sont alors passés dans les deux lèvres de cette incision, près du bord libre, à mi hauteur du greffon, et toujours de dehors en dedans. Chacun d'eux est placé dans un clamp bull-dog (Fig. 17).

Il ne reste plus qu'à compléter l'incision longitudinale ébauchée, sur la deuxième moitié de sa hauteur. Le cathéter tuteur tombe, et le greffon est étalé sous forme d'un rectangle, avec un fil passé au milieu de chacun de ses quatre côtés.

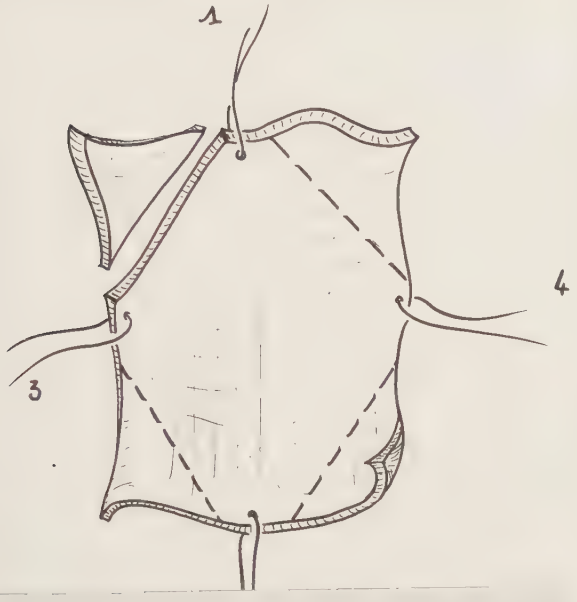


Fig. 18

Il est alors immergé dans une cupule de sérum physiologique, et tendu par les 4 bull-dog qui pendent hors de la cupule. Il faut prendre garde à bien l'orienter, l'adventice vers le haut.

Pour transformer le rectangle en losange, on peut soit couper les angles (Fig. 18), soit mieux les retourner vers la face adventicielle (Fig. 19) ce qui est plus facile et ajoute à la solidité.

Ainsi, le greffon n'a jamais été saisi par aucun instrument, ce qui est essentiel pour un tissu d'une telle finesse. Il est facile à manier et les 4 fils, tous passés de dehors en dedans, vont servir à sa fixation sur l'artériotomie.

Fig. 19

L'artériotomie et sa fermeture.

L'aorte abdominale est abordée par une longue incision médiane transpéritonéale. Le péritoine pariétal postérieur est incisé et l'aorte disséquée de la veine cave inférieure (qui chez le lapin est tantôt à droite, tantôt à gauche de l'aorte, tantôt double). Dans le cas de la figure 20, la veine est à gauche.

Fig. 20

Deux clamps sont placés, l'un juste au-dessus du carrefour aortique, l'autre au-dessous de la dernière artère mésentérique. Ils doivent laisser entre-eux ûn segment libre de 25 mm. environ. Les artères lombaires efférentes de ce segment sont liées.

Le calibre moyen de l'aorte à ce niveau est de 2,3 mm. (de 1,6 à 3,2 mm.).

Fig. 21.

La face antérieure du vaisseau est incisée sur 10 mm. environ, longitudinalement. Les deux lèvres sont éversées par deux fils d'attente (Fig. 21). On peut voir sur la photographie l'orifice en gueule de four de deux artères lombaires.

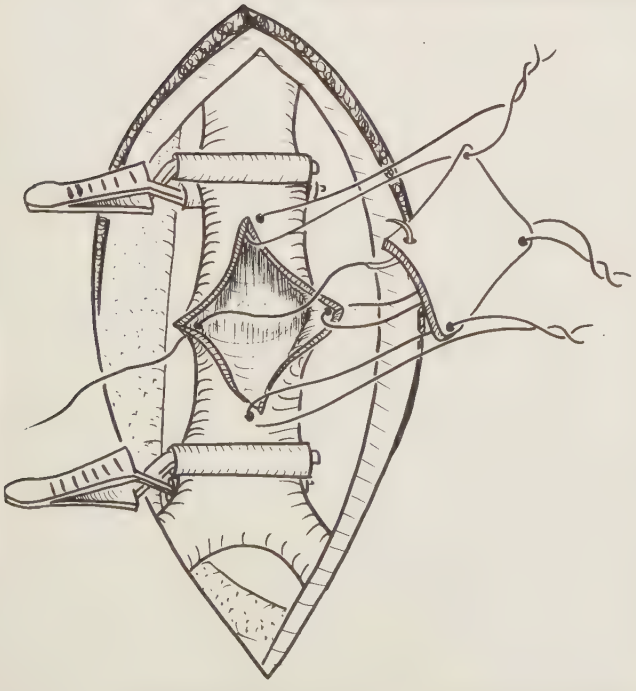


Fig. 22.

La pièce greffon est alors amenée en regard de l'incision, en prenant soin de ne pas la désorienter. Les fils supérieur et inférieur du greffon (ceux qui sont passés aux pointes du losange) sont passés dans les angles supérieur et inférieur de l'incision aortique (Fig. 22).

Les deux fils latéraux sont passés de la même façon, c'est-à-dire de dedans en dehors à mi hauteur des lèvres de l'incision aortique.

Les fils d'éversion sont retirés. On noue ces 4 fils d'angle, et le greffon se trouve plaqué contre l'artériotomie, toujours sans avoir eté saisi par le moindre instrument (Fig. 23 et 23 bis).

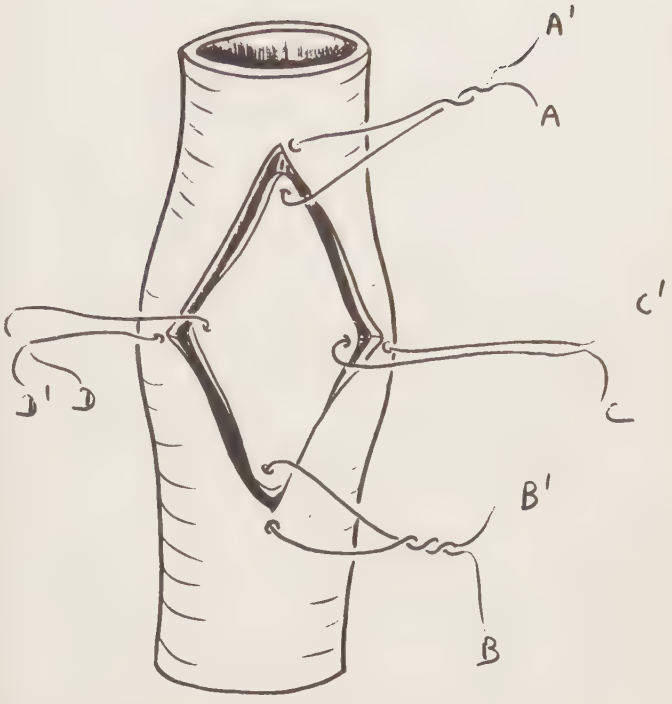


Fig. 23

Fig. 23 bis.

On fait alors 4 petits surjets ordinaires, non éversants, pour réunir ces 4 points. On utilise pour cela toujours les mêmes fils, ceux initialement placés sur le greffon. 6 à 8 points suffisent pour chacun des 4 surjets (Fig. 24 et 24 bis).

Fig. 24.

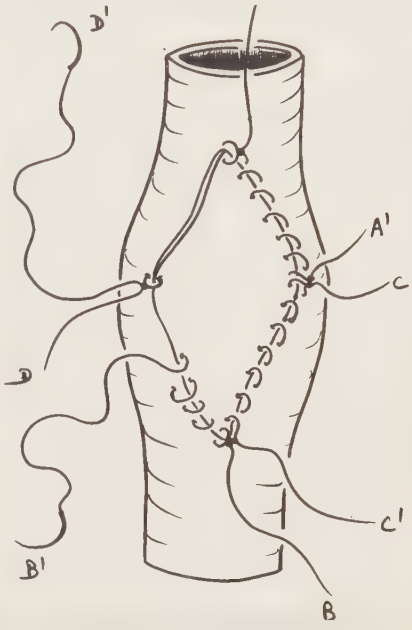


Fig. 24 bis.

Fig. 25.

La durée moyenne du clampage est de 31 minutes. A la levée des clamps, l'hémorragie est moindre que pour une anastomose. L'épaisseur de la paroi aortique permet une meilleure étanchéité. La pièce fait une discrète soufflure à la face antérieure de l'aorte (Fig. 25). Elle s'en distingue par sa coloration rouge, alors que l'aorte est plus blanche. Mais l'aspect final est habituellement satisfaisant.

II) RESULTATS DE LA FERMETURE D'UNE ARTERIOTOMIE LONGITUDINALE.

Sur les 16 animaux utilisés, 4 sont morts dans les 48 premières heures et sont éliminés de l'étude des résultats pour les mêmes raisons que précédemment.

Les 12 survivants ont été étudiés du 15° jour au 95°, la plupart par réintervention et quelques-uns par artériographie. Certaines pièces ont également été confiées à l'anatomo-pathologiste.

A la réintervention (Fig. 26).

L'aspect est assez constant quelle que soit la date : TOUTES les aortes opérées étaient largement perméables, comme le prouvaient les battements iliaques normaux. La pièce adhère fortement au péritoine pariétal postérieur, qu'il ait été ou non suturé devant elle. L'intensité particulière de la sclérose opératoire à son niveau témoigne de la tolérance médiocre des fils de soie.

Fig. 26.

La soufflure en verre de montre de la pièce est moins accusée qu'immédiatement après la fin de l'intervention. La pièce parait aplatie, et de losangique elle est devenue elliptique Mais il persiste une différence de coloration nette (Fig. 27). Aucun anévrysme n'a été constaté.

Fig. 27.

A l'ouverture, l'endothélialisation est toujours parfaite. Les fils ne sont guère visibles de l'intérieur, et seule la différence de transparence permet de localiser la pièce (Fig. 28).

Sur aucun animal il n'a été constaté de thrombus muraux.

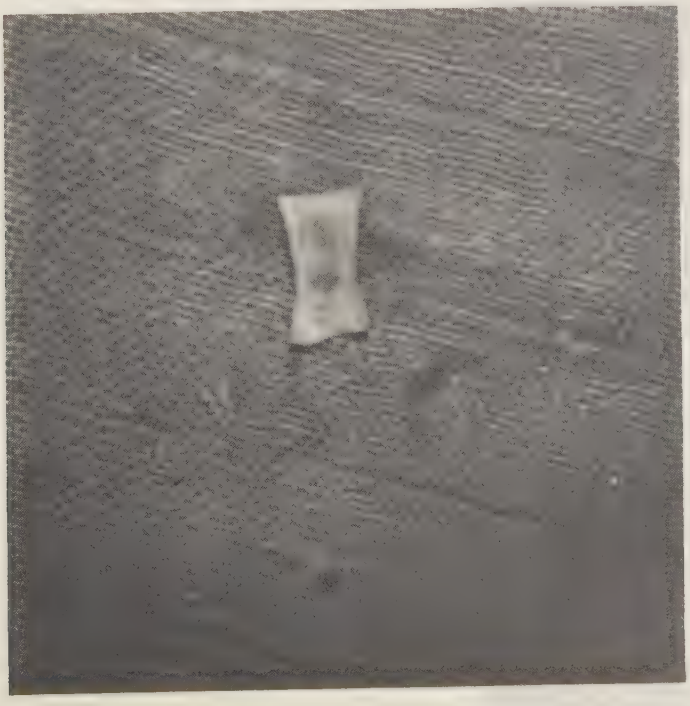


Fig. 28.

L'artériographie,

a été pratiquée par voie rétrograde, grâce à un cathéter introduit par l'artère fémorale droite. Les figures 29 et 30 sont des images obtenues au 80° jour postopératoire.

Sur le cliché de face, l'endroit où la pièce a été insérée n'est pas repérable : on ne note ni sténose, ni dilatation.

Fig. 29.

Sur le cliché de profil, on note une très légère soufflure, plus faible que ne le laisserait préjuger l'aspect extérieur de l'aorte.

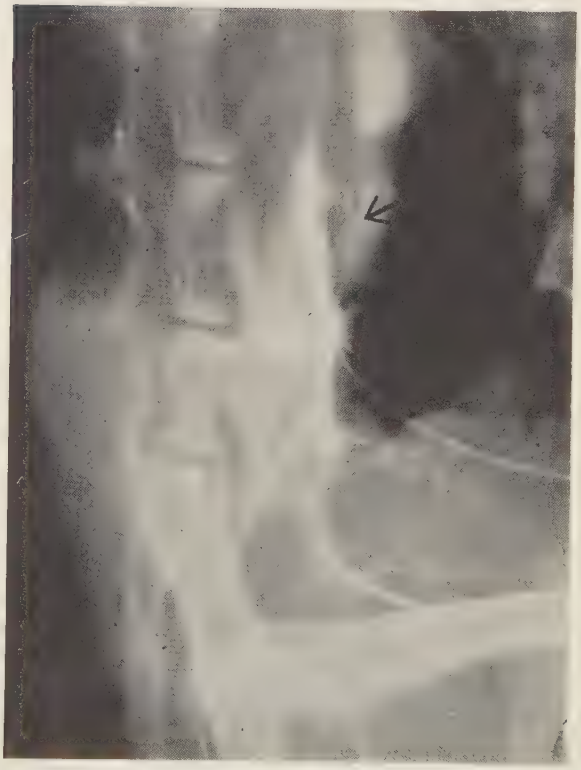


Fig. 30.

L'histologie (Dr DRAPEAU)

Les figures 31 et 32 montrent deux coupes de la même pièce (65° jour postopératoire), l'une colorée au trichrome Masson, l'autre à l'orcéine. Elles confirment la bonne qualité de l'endothélialisation. Mais ici comme pour les anastomoses, la reconstitution des autres parois laisse à désirer : "le greffon a un réseau élastique désorienté, les fibres sont fragmentées, et il n'y a pas de continuité entre les fibres du porte-greffon. Par contre la continuité est assurée par un tissu conjonctif collagène. Les fils de suture sont entourés d'un réactif giganto cellulaire important".

Fig. 31 (trichrome Masson)

Fig. 32 (orcéine)

Il apparaît donc qu'au prix d'une certaine minutie, les résultats d'une fermeture d'artériotomie par une pièce artérielle sont régulièrement bons. On peut se demander si la fermeture linéaire bord à bord, plus facile et plus rapide ne donnerait pas d'aussi bons résultats. Sur une artère saine, c'est possible. Mais sur une artère pathologique (qui aurait subi par exemple une endarterectomie) ajouter une sténose si minime soit-elle à toutes les autres causes de thrombose, doit certainement être évité. La fermeture par pièce artérielle le permet, et les résultats précédemment exposés montrent qu'elle ne constitue pas par elle-même une cause d'échec.

ESSAI D'APPLICATION

A LA CHIRURGIE EXPERIMENTALE

DES ARTERES CORONAIRES

ETAT ACTUEL DE LA CHIRURGIE DES CORONARITES

La première tentative chirurgicale de porter remède à la maladie coronarienne remonte déjà à près de cinquante ans : c'est en 1916 en effet que JONNESCO, mettant en application une idée de FRANCOIS FRANCK réalisa avec succès une sympathectomie cervico-dorsale sur un malade atteint d'angor grave (120.) Et pourtant la chirurgie coronarienne est encore dans l'enfance. Pour beaucoup d'ailleurs, l'enfant n'est pas viable : les sceptiques arguent de la nature des lésions, de leur siège, de la taille des vaisseaux, de la fragilité des malades pour dénier à la chirurgie tout avenir dans le traitement de la maladie coronarienne. Mais il y a pire : les tenants mêmes de cette chirurgie sont en désaccord sur bien des points. Des dizaines d'interventions ont été décrites et les promoteurs de chacune d'elle s'estiment satisfaits de leurs résultats. Il reste pourtant exceptionnel de trouver sous une même plume une base expérimentale solide, une série clinique étendue, et des critères d'efficacité objectifs. On peut même remarquer que les auteurs des meilleurs travaux expérimentaux et ceux des séries cliniques les plus remarquables ne sont pas les mêmes, comme si la prise de conscience des mille et une difficultés expérimentales freinait les chirurgiens dans leur élan. Ce climat quelque peu confus n'est pas fait pour vaincre le scepticisme général.

La chirurgie des coronarites est divisée en deux tendances, qui sont aujourd'hui opposées, mais qui seront sans doute complémentaires demain. La première consiste à augmenter l'apport sanguin au myocarde sans agir sur les artères pathologiques. On peut qualifier cette chirurgie d'indirecte par opposition à la deuxième ten-

dance qui est d'intervenir directement sur les vaisseaux du coeur avec les mêmes principes que pour les artérites périphériques.

Les méthodes indirectes.

C'est parmi elles que l'on trouve la plus grande diversité. Elles vont des plus anodines (comme la ligature sous anesthésie locale des artères mammaires internes), aux plus terrifiantes (comme l'artérialisation du sinus coronaire) en passant par les plus inattendues (comme la thyroidectomie totale). On peut cependant les classer en 8 groupes :

- les interventions portant sur le système nerveux autonome.
- les interventions réduisant les besoins globaux de l'organisme.
- les interventions visant à accroître la circulation coronaire par une désaturation en oxygène du sang artériel.
- la création d'adhérences entre le myocarde et le péricarde.
- la création d'adhérences entre le myocarde et des organes voisins.
- l'augmentation de débit dans le système artériel péricardio-phrénique.
- l'augmentation de la pression veineuse dans le sinus coronaire.
- l'implantation dans le myocarde de l'artère mammaire interne.

1) Les interventions portant sur le système nerveux autonome.

Elles reposent sur des bases physiologiques bien connues : le sympathique est vaso-dilatateur des artères coronaires, et le vague, vaso-constricteur. Le tonus d'ensemble du système autonome est dans le sens d'une vaso-constriction. L'énervation du coeur aboutit donc à une vaso-dilatation (78., 109.).

Trois types d'intervention ont été utilisés : les sympathectomies caténaires, généralement cervicodorsales; les dénervations par résection des plexus pré ou sous aortiques, et les

neurectomies péri-coronaires (57 à 60). Leur but est double : obtenir une vasodilatation, non pas des artères pathologiques, rigides et indilatables, mais des collatérales, mais aussi interrompre les voies conductrices de la douleur. Ce sont là des interventions de faible gravité (2 morts sur les 42 derniers cas d'ARNULF) mais il est légitime d'être circonspect sur leur efficacité, vu l'absence totale de critères objectifs pour apprécier les résultats.

2) Les interventions réduisant les besoins globaux de l'organisme.

Il s'agit d'induire un myxoedème et de diminuer ainsi le travail imposé au coeur. Ceci fut d'abord réalisé par thyroïdectomie totale, puis par administration d'iode radioactif. Malgré les résultats étonnants obtenus(159.) par PARSON et PURKS (83 % de bons résultats sur une série de 133 malades) cette méthode ne semble plus utilisée actuellement.

3) Les interventions visant à accroître la circulation coronaire par une désaturation en oxygène du sang périphérique.

Il est expérimentalement prouvé (108.) qu'un léger degré d'hypoxie augmente le débit coronaire et surtout induit la formation d'anastomoses intercoronaires (ou l'ouverture de shunts non fonctionnels selon une autre conception). LILLEHEI a ainsi montré (91.) qu'en anastomosant l'oreillette gauche et l'artère pulmonaire le taux de survie chez le chien après ligature de la circonflexe gauche passait de 28 % à 90 %. L'étude des moules plastiques après corrosion montre un développement intense des anastomoses intercoronaires. Mais la création délibérée d'un shunt droit-gauche paraît une entreprise trop inquiétante pour passer dans le domaine clinique.

4) La création d'adhérences entre myocarde et péricarde.

C'est une idée ancienne puisque c'est en 1935 que BECK en a publié la technique et les premiers résultats (66.). Il pratiquait une abrasion mécanique de l'épicarde pour créer des adhérences. D'autres depuis ont utilisé une irritation par l'amiante, le talc, le phénol ou le salicylate de soude. Ces interventions ont pour elles leur simplicité et leur bénignité, mais leurs résultats, aussi bien expérimentaux que cliniques ne sont pas absolument convaincants. Il est rare qu'elles soient actuellement pratiquées de façon isolée.

5) La création d'adhérences entre le myocarde et les organes voisins.

Elle a le même but : la formation de néo vaisseaux venant irriguer le myocarde de l'extérieur. La première tentative est celle d'O'SHAUGHNESSY qui, en 1938, appliqua le grand épiploon sur l'épicarde avivé (158.). Depuis la même intervention a été pratiquée avec un grand nombre d'organes thoraco-abdominaux : le poumon, le tissu cellulaire du médiastin, les muscles pectoraux, la rate, l'estomac, le foie, le grêle et même un lambeau cutané. Mais il n'a jamais été publié d'artériographie montrant la communication entre les vaisseaux de l'organe transplanté et la circulation coronaire. On peut d'ailleurs se demander quel phénomène hémodynamique pourrait faire passer le sang du transplant vers les coronaires, où règne en principe une pression plus élevée.

6) L'augmentation du débit dans le système péricardio phrénique.

Elle est fondée sur l'existence certaine d'anastomoses entre les vaisseaux mammaires internes et péricardiques. Le principe de l'intervention (FIESCHI, 1927) est de lier l'artère mammaire

interne au-dessous de ces anastomoses pour accroître leur débit. En réalité, il semble qu'après une période transitoire d'élévation, celui-ci revienne rapidement à la normale.

7) L'augmentation de la pression veineuse dans le sinus coronaire.

L. GROSS a montré, en 1936, que la ligature du sinus coronaire protégeait dans une certaine mesure contre les effets de la ligature de l'interventriculaire chez le chien (73.). Puis BECK a proposé, en 1948, (70.) une impressionnante intervention en deux temps : dans le premier il met en communication grâce à un greffon veineux libre, l'aorte et le sinus coronaire. Dans le deuxième temps, un mois plus tard, le greffon est lié et l'orifice du sinus rétréci. La mortalité de cette intervention (plus de 50 %) l'a fait abandonner par son promoteur même.

8) L'implantation dans le myocarde de l'artère mamaire interne.

Il s'agit là d'une intervention tout à fait originale. Elle repose sur la structure particulière du tissu myocardique qui contient un réseau de sinusoïdes, vestige de la circulation foetale. En 1946, VINEBERG eut l'idée d'implanter directement dans un tunnel myocardique l'artère mammaire interne sectionnée et non liée à son extrémité. L'hématome qui s'ensuit entre en communication avec ce réseau de sinusoïdes qui se dilate progressivement. Ainsi s'installe un réseau anastomotique de vaisseaux néoformés qui fait communiquer à la fois la circulation mammaire interne et coronaire et les circulations coronaires droite et gauche. VINEBERG apporte à l'appui de cette idée théorique des séries cliniques impressionnantes et des clichés artériographiques montrant l'in-

jection du système coronaire par l'artère mammaire interne (188 à 193).

Il est difficile de conclure cette énumération des méthodes indirectes sans citer le travail d'APAKIDZE : chez 10 malades atteints d'angor rebelle, celui-ci a fait une incision de thoracotomie ne dépassant pas le tissu cellulaire sous cutané. Tous les malades ont un résultat favorable qui se maintient depuis 2 ans (56.). L'auteur interprète curieusement cet effet comme un "bloc de la zone reflexogène" mais on ne peut s'empêcher de penser après cette lecture que sans une interprétation objective des résultats, on ne peut juger de la valeur d'une intervention de revascularisation du myocarde. Les symptômes subjectifs sont soumis à trop d'influences pour être considérés comme des critères sérieux. Or, le seul contrôle objectif est l'artériographie. Dans toutes les interventions indirectes, celle-ci manque sauf dans l'intervention de VINEBERG. Les méthodes indirectes doivent donc dans leur ensemble être considérées d'un oeil particulièrement critique.

Les méthodes directes.

Elles sont fondées sur les techniques déjà éprouvées dans le traitement des artérites des membres : l'endarterectomie, la resection greffe, et les pontages. Mais est-il vraiment possible d'intervenir directement sur des artères coronaires pathologiques ? Des chirurgiens, des cardiologues ont sur cette question une attitude dubitative. Cependant, de même que Socrate, aux Eléates qui niaient la réalité du mouvement, répondit en faisant deux pas en avant, de même des chirurgiens ont répondu aux sceptiques en opérant. Les malades guéris par cette chirurgie ne

sont pas légion ni même cohorte. Mais leur existence prouve la possibilité et l'efficacité de telles tentatives.

Les arguments de ceux qui doutent sont de trois ordres : ils portent sur l'anatomie des lésions, la physiologie du myocarde, et la technique opératoire.

L'anatomie précise des lésions de coronarite est de connaissance assez récente : il y a trente ans l'opinion était que les lésions athéromateuses frappaient de façon diffuse les vaisseaux jusque dans leurs dernières ramifications. Depuis les travaux de SCHLESSIGER et ZOLL aux Etats-Unis (175.) de LENEGRE (128.) et FROMENT (102.) en France, l'on sait que les lésions touchent avant tout les gros troncs coronaires, assez près de leur origine, et qu'elles sont souvent segmentaires et assez courtes.

Que la plupart des obstructions soient de siège proximal est un fait admis de tous. Pour BLUMGART et ZOLL (76.), la moitié des obstacles siègent sur les 3 premiers centimètres à partir de l'ostium et 70 % sur les 4 premiers. Pour FROMENT, 36,2 % des lésions siègent sur le début de l'interventriculaire antérieure, 15,8 % sur la circonflexe gauche et 28,2 % sur le tronc de la coronaire droite, soit un total de 80,2 % d'obstruction sur les trois troncs principaux.

Le caractère très souvent segmentaire des obstacles est un fait également reconnu : pour BLUMGART et ZOLL, 64 % ont moins de 5 mm. de long et 40 % moins de 3 mm. La reperméation d'aval est fréquente comme l'ont montré les angiographies.

En fait, le facteur le plus défavorable est la multiplicité des obstacles; 33 % seulement des coeurs examinés par

BLUMGART et ZOLL portaient une seule obstruction et la moyenne était de 2,5 par coeur, chiffre très voisin de ceux de FROMENT (2,6) et de LENEGRE (2,15). Cette multiplicité est une source de difficultés certaines mais non insurmontables.

La physiologie même du myocarde est apparue à certains comme un obstacle infranchissable. BECK a émis une hypothèse selon laquelle la fibrillation ventriculaire, gros écueil de ce type d'intervention, serait due à la différence de tension en oxygène entre deux zones de myocarde voisines, cette différence créant une instabilité électrique. Ainsi toute intervention qui n'augmenterait pas de façon globale la vascularisation myocardique recélerait un danger de fibrillation ventriculaire (79.).

Cette théorie est actuellement mise en question (194.). Il est certain qu'une partie de la mortalité après intervention sur les artères coronaires est due à la fibrillation ventriculaire. Mais il est probable qu'elle est provoquée soit par l'interruption momentanée de la circulation coronaire, soit par l'imperfection des moyens utilisés pour pallier cette interruption. Il est douteux que ce soit le bénéfice de cette intervention (c'est-à-dire une amélioration circulatoire plus ou moins localisée), qui provoque la fibrillation ventriculaire.

Enfin, et plus techniquement beaucoup d'auteurs doutent de la possibilité de faire un geste efficace sur de très petits vaisseaux pathologiques. Et ils mettent en avant la fréquence des échecs chirurgicaux dans les lésions artéritiques distales des membres. Cet argument est sans doute le plus fort. Mais il n'est pas interdit de penser qu'en adaptant la technique à la taille des vaisseaux, en s'astreignant aux gestes de la microchirurgie, la réussite est possible. Et d'ailleurs on l'a vu, il est des survivants pour le prouver.

La chirurgie coronarienne directe pose néanmoins un problème difficile : elle suppose l'interruption temporaire de la circulation dans l'axe vasculaire intéressé. Il est vrai que le temps dont on dispose avant l'installation de lésions ischémiques irréversibles est assez long. Mais le délai d'apparition de la fibrillation ventriculaire est, lui, beaucoup plus court. Il faut donc pallier l'interruption circulatoire. Deux types de méthodes ont été utilisées pour ce faire; le premier consiste, sur coeur battant, à court-circuiter le segment d'artère opéré pour maintenir la circulation d'aval. Le second consiste à travailler sur coeur arrêté, sous circulation extra-corporelle et hypothermie.

La chirurgie directe sur coeur battant.

Le précurseur incontestable en ce domaine est G. MURRAY. Il fut le premier expérimentateur : dès 1940, il pratiquait chez le chien l'anastomose de vaisseaux systémiques aux artères coronaires (150.). Il fut également le premier à opérer un malade : en 1952, il fit une résection segmentaire de l'interventriculaire antérieure thrombosée, qu'il remplaça par un greffon veineux avec succès (152.). Mais ces travaux hors série venaient sans doute en avance sur leur temps et ne semblent pas avoir retenu l'attention qu'ils méritaient.

Les travaux expérimentaux sur le chien sont nombreux depuis 1956. C'est en cette année, en effet, que parut l'article d'ABSOLON (53.) rapportant d'une part 27 anastomoses entre carotide ou mammaire interne et circonflexe gauche, et d'autre part, 15 pontages par prothèse d'ivalon entre sous clavière et circon-

flexe gauche. Quelques mois plus tard, THAL rapportait les résultats de 17 anastomoses entre la mammaire interne et la coronaire gauche.

Les séries expérimentales se sont multipliées depuis lors. Elles diffèrent par l'intervention pratiquée et le mode de maintenance circulatoire.

L'intervention pratiquée par le plus grand nombre est l'anastomose entre la mammaire interne et la circonflexe gauche. Plus rarement ont été tentés des pontages entre l'aorte ou ses branches et les troncs coronaires. Les diverses anastomoses sont confectionnées tantôt par suture conventionnelle, tantôt par intubation des deux extrémités sur un tuteur perdu, métallique ou synthétique.

La maintenance de la circulation coronaire en aval de l'anastomose est inutile en cas d'intubation, car ce geste ne nécessite qu'un temps très bref. Les auteurs utilisant la suture ont presque tous eu recours au procédé imaginé par THAL : l'anastomose est construite sur un tuteur temporaire qui sert à la fois pour présenter le travail et pour maintenir la circulation d'aval. Ce tuteur est ensuite retiré, soit par l'anastomose elle-même avant les derniers points, soit par une collatérale de la sous clavière qui a servi à son introduction.

Le tableau I résume ces différents travaux.

La plupart des morts opératoires sont dues à la fibrillation ventriculaire. Les morts secondaires tiennent surtout à l'hémorragie et à l'infarctus par thrombose anastomotique. On peut remarquer que les deux séries où la réussite est la plus fréquente, celle de CARTER (21 survivants perméables sur 34 ani-

TABLEAU I - LES TRAVAUX EXPERIMENTAUX SUR COEUR BATTANT

AUTEUR	Nbre d'animaux	TYPE D'INTERVENTION	MAINTENANCE CIRCULATOIRE	MORTALITE OPERATOIRE	Mort. SECONDAIRE	PERMEABLES SURVIVANTS
ABSOLON 1956	42	15 Pontages par prothèse d'Ivalon entre sous clavière et circonflexe gauche 27 Anastomoses carotide/circonflexe gauche (Suture)	Shunt temporaire par catheter de polyethylène intubant l'anastomose	24	14	4 (9 %)
ARNULF 1963	?	Pontage par autogreffe artérielle entre sous clavière et coronaire. Anastomoses par éversion sur tuteur d'acier inox perdu.	Résection du plexus préaortique Réfrigération modérée du coeur	?	?	?
BAKER 1959	16	Anastomose mammaire interne/circonflexe gauche (suture)	Shunt temporaire catheter polyéthylène incubant l'anastomose	3	8	2 (12 %)
BBOTHAM 1959	25	14 anastomoses mammaire interne/circonflexe gauche 11 autogreffes artérielles en pont entre sous clavière gauche et circonflexe gauche (suture)	idem	9	10	2 (8 %)
CARTER 1958	34	Anastomose mammaire interne/circonflexe gauche sur tuteur de polyéthylène perdu	0	10	3	21 (62 %)
CHATTERJEE 1963	12	Artériotomie longitudinale de la circonflexe gauche. Fermeture par pièce d'autogreffe artérielle (suture).	Tuteur temporaire de polyéthylène servant au glissement de la pièce prélevée sur la mammaire interne	3	3	6 (50 %)
GOETZ 1961	15	Anastomose mammaire interne/circonflexe gauche sur tuteur de tantale perdu	0	3	5	7 (46 %)
GOTTESMAN 1958	5	Anastomose terminolatérale mammaire interne circonflexe gauche (suture)	Perfusion en aval de l'anastomose par sang oxygéné en flaçon	3	0	1 (20 %)
JULIAN 1957	20	Anastomose mammaire interne/circonflexe gauche (suture)	Shunt temporaire par catheter de polyéthylène intubant l'anastomose	7	4	5 (25 %)
MAGOVERN 1961	26	Anastomose mammaire interne/circonflexe gauche sur tuteur de nylon perdu	0	1	4	17 (67 %)
MOORE 1958	20	Anastomose mammaire interne/circonflexe gauche (suture)	Shunt temporaire catheter polyéthylène incubant l'anastomose	0	15	2 (10 %)
SAUVAGE 1963	65	48 pontages d'autogreffe veineuse aorte/circonflexe G. 12 Arterotomies longitudinales et fermeture directe. 5 Anastomoses de la circonflexe G. après section (suture).	Hypothermie modérée à 30°	— 46	—	15 (23 %)
SMITH		Pontage par greffe d'Ivalon entre sous clavière				

maux, soit 62 %) et celle de MAGOVERN (17 sur 26, soit 67 %) sont des séries d'anastomoses par intubation sur tuteur perdu. Ceci ne témoigne pas nécessairement de la supériorité de la méthode, mais peut être plutôt de l'imperfection de la maintenance circulatoire d'aval en cas de suture, et surtout de l'extrême difficulté des anastomoses conventionnelles sur coeur battant.

Les cas cliniques.

En 1957, cinq ans après la resection-greffe du MURRAY, BAILEY, MAY et LEMMON publièrent les deux premiers cas d'endarterectomie coronaire. Les malades avaient 51 et 52 ans, souffraient de douleurs angineuses d'effort typiques et avaient tous deux des antécédents d'infarctus. Ils furent opérés sans angiographie préalable. L'intervention consista dans les deux cas en une thrombo-endarterectomie par une petite incision distale et transversale de l'artère (l'interventriculaire antérieure dans le premier cas, une de ses principales branches dans l'autre). Les deux malades furent totalement guéris de leurs douleurs par l'intervention (141.).

En 1959, LONGMIRE, CANNON et KATTUS (133.) publient une série de 10 malades opérés avec les mêmes principes. L'angor d'effort grave et rebelle est la principale indication. L'angiographie préopératoire leur semble inutile. L'intervention est menée sur coeur battant sans essayer de maintenir la circulation en aval, puisque l'artère est thrombosée.

Enfin, l'endarterectomie semi-fermée, menée grâce à des strippers spéciaux leur paraît la méthode la plus rapide et la plus efficace.

Le même type d'intervention a été pratiqué par la suite par SATINSKY (169.), WARREN (195.), ALLISON (54.), HALLEN et BJORK (144.). Ces différents auteurs n'ont pas retrouvé la réussite parfaite de MAY et BAILEY. Un certain nombre de leurs malades sont morts (cf. tableau II) et les survivants ont eu dans une proportion non négligeable, des résultats médiocres.

Les morts opératoires sont dues le plus souvent à la fibrillation ventriculaire surtout dans les cas où la désobstruction n'a pu être menée à bien. Les résultats cliniques médiocres se superposent également aux résultats anatomiques imparfaits. La plupart des malades qui ont bénéficié d'une désobstruction correcte ont survécu et ont été guéris de leurs douleurs.

Or, la chirurgie des petits vaisseaux, besogne minutieuse sur champ immobile, devient une véritable acrobatie sur coeur battant. Si habile que soit l'opérateur, il n'est pas à l'abri d'un geste mal mesuré. Et une déchirure, un point sténosant, un point mal serré, ont de grandes chances d'entraîner la mort du malade. Aussi la tendance actuelle est-elle d'opérer sur coeur battant. Si habile que soit l'opérateur, il n'est pas à l'abri d'un geste mal mesuré. Et une déchirure, un point sténosant, un point mal serré, ont de grandes chances d'entraîner la mort du malade. Aussi la tendance actuelle est-elle d'opérer sur coeur arrêté, ce qui permet une désobstruction plus réglée et une fermeture plus facile de l'artériotomie.

La chirurgie directe sur coeur arrêté.

Elle suppose l'utilisation d'une circulation extra corporelle, en normo ou hypothermie et l'arrêt du coeur, chimique, anoxique ou hypothermique.

Les travaux expérimentaux.

Le premier en date est celui de JULIAN (121.) qui réalisa, en 1957, 7 pontages par autogreffe artérielle entre l'aorte et la circonflexe gauche. La circulation extra corporelle (CEC) était assurée par canulation des veines caves et de la sous clavière gauche, en normothermie, le coeur arrêté par citrate de potassium.

Depuis plusieurs travaux ont été publiés sur ce sujet. Les interventions le plus souvent pratiquées sont l'anastomose mammaire interne-coronaire, et l'artériotomie d'un tronc coronaire fermée par une pièce artérielle ou veineuse.

Les résultats (cf. tableau II) sont apparemment moins bons que les séries expérimentales sur coeur battant : la meilleure statistique, celle d'ELLIS atteint un pourcentage de réussite de 50 % seulement. Mais il faut compter avec la mortalité intrinsèque de toute intervention sous CEC chez le chien. Cet animal paie un lourd tribut aux accidents dus à la machine : hémolyse, hémorragies, anurie, infection. D'une part, il est plus fragile que l'homme, d'autre part, les moyens coûteux destinés à prévenir ces accidents chez les malades sont rarement disponibles au stade expérimental.

Les cas cliniques.

Le premier malade fut opéré par SENNING (177.) en 1961 : il s'agissait d'un homme de 55 ans atteint d'un angor très grave. Il avait eu un infarctus en 1956. Les angiographies montraient une sténose du tronc coronaire gauche, de l'interventriculaire antérieure, et de la circonflexe gauche. Il fut opéré sous CEC

TABLEAU II - LES TRAVAUX EXPERIMENTAUX SOUS CIRCULATION EXTRACORPORELLE

AUTEUR	Nbre Animaux	TYPE D'INTERVENTION	C.E.C.	MORT IMMED.	MORT SECOND.	PERMEABLES SURVIVANTS
ELLIS 1962	18	Artériotomie de la circonflexe gauche et fermeture par pièce veineuse	Canulation O.D. - Art. fémorale Arrêt cardiaque anoxique Normothermie	5	4	9 (50 %)
JULIAN 1957	7	Pontage par autogreffe artérielle Aorte/Circonflexe gauche	Canulation veines caves - sous clavière gauche Arrêt cardiaque par citrate de K Normothermie	3	2	2 (28 %)
MAMYIA 1961	15	Anastomose terminoterminale sous clavière/ coronaire gauche avec shunt provisoire par cathéter intubant l'anastomose	Canulation ventricule droit - Art. Fémorale. Arrêt cardiaque anoxique Normothermie	5	6	4 (26 %)
MILLER 1959	50	15 sections-anastomoses de l'intervention antérieure ou de la circonflexe gauche 16 anastomoses mammaire interne (circonflexe gauche) 19 pontages par autogreffe artérielle sous clavière gauche/circonflexe gauche	Canulation veine cave supérieure Carotide Droite. Arrêt anoxique Normothermie	29	11	10 (20 %)
SPENCER 1963	29	Artériotomie de la circonflexe gauche et fermeture par pièce veineuse.	Canulation oreillette droite. Art. Fémorale Hypothermie à 20°	11	5	13 (45 %)
SPENCER 1964	67	26 Arteriotomies de la circonflexe gauche et fermeture par pièce veineuse 5 Fermetures directes. 50 Resections-greffe - (autogreffe artérielle) de la circonflexe gauche 16 Anastomoses mammaire interne/ circonflexe gauche	Canulation oreillette droite. Art. Fémorale Dilution avec sérum glucosé Hypothermie à 20°	26	5	32 (48 %)

et hypothermie profonde : les trois axes vasculaires furent ouverts longitudinalement, désoblitérés, et les artériotomies refermées par deux pièces de veine saphène autogène. Les suites furent simples, les résultats angiographiques et fonctionnels parfaits.

Depuis CRAFOORD (90.) et EFFLER (95.) ont rapporté des interventions fondées sur le même principe : localisation très précise des lésions à l'angiographie, intervention sur coeur arrêté, endarterectomie à ciel ouvert, fermeture par pièce de saphène. 1 mort sur 6 malades, 5 guérisons parfaites vérifiées radiologiquement, tel est le bilan de la littérature à ce jour (cf. tableau III). Il est petit par le nombre, il est retentissant par l'intérêt. Tout incite à poursuivre dans cette voie.

Le présent travail expérimental comporte deux séries d'interventions sur les coronaires du chien : l'une sur coeur battant, l'autre à coeur arrêté sous circulation extra corporelle.

TABLEAUX III - LES CAS CLINIQUES

AUTEURS	Nbre CAS	SELECTION CLINIQUE	ANGIOGRAPHIE	INTERVENTION	MORT OPERAT.	RESULTATS DES SURVIVANTS.
MAY BAILEY (1958)	5	Angor d'effort grave Malades jeunes (27 à 56 ans	0	Thromboendarterectomie semi-fermée sur coeur battant	0	5 excellents résultats Pas de contrôle angiographique.
LONGMIRE CANNON KATTUS (1959)	10	Angor d'effort grave Malades jeunes (38 à 53 ans)	0	Thromboendarterectomie semi-fermée sur coeur battant	5	2 résultats excellents 2 bons 1 moyen Pas de contrôle angiographique.
SATINSKY (1959)	1	Angor de decobitus gravissime, 58 ans	0	Dilatation et curetage rétrograde de l'interventriculaire antérieure et de la circonflexe gauche, sur coeur battant.	0	Excellent résultat pas de contrôle angiographique.
SABISTON (1960)	3	Angor d'effort grave Antécédents d'infarctus dans 1 cas	Obstruction de : -la coronaire droite(2 cas) -le tronc coronaire gauche (1cas)	Tromboendarterectomie par incision longitudinale puis fermeture directe - sur coeur battant.	1	2 excellents résultats Pas de contrôle angiographique.
SENNING (1961)	1	Angor invalisant Infarctus en 1956 55 ans	Sténose de la coronaire gauche, de la circonflexe gauche et de l'interventriculaire antérieure.	Sous C.E.C. et hypothermie profonde, endartérectomie à ciel ouvert des 3 vaisseaux et fermeture par 2 pièces de saphène.	0	Excellent résultat Vaisseaux perméables à l'angiographie au 6ème mois
ALLISON (1962)	6	3 angors d'effort 3 angors de decubitus Antécédents d'infarctus dans 2 cas	Obstruction de : -l'interventriculaire ant. -1 -la coronaire droite et l'interventriculaire -2 -les troncs gauche et droit -3	Thromboendarterectomie à ciel ouvert avec fermeture directe. - sur coeur battant : 4 cas. - sous CEC avec hypothermie modérée 2 cas.		2 bons résultats, déc. 2 et 3 mois plus tard (pas d'autopsie) 1 résultat moyen Pas de contrôle angiographique.
CRAFFOORD (1962)	1	Angor invalidant	Obstruction de l'interventriculaire antérieure et de la circonflexe gauche	Sous CEC et hypothermie profonde, endartérectomie à ciel ouvert et fermeture par 2 pièces de saphène	0	Excellent résultat Vaisseaux perméables à l'angiographie.
WARREN (1962)	5	Angor d'effrot graves Pas d'antécédents d'infarctus	4 obstructions de l'interventriculaire antérieure 1 obstruction de la coronaire droite	Thromboendarterectomie semi-fermée sur coeur battant	2	2 échecs 1 amélioration totale pendant 6 mois puis nouvelle thrombose.
HALLEN BJORK (1963)	5	Angor d'effort grave	Obstruction de : -l'interventriculaire antérieure -3 -la coronaire droite -1 -l'interventriculaire et la circonflexe gauche -1	4 thromboendarterectomie semi-fermées sur coeur battant 1 thromboendarterectomie semi-fermée sous CEC et thypothermie profonde	1	1 infarctus avec anévrysme du ventricule gauche 1 échec avec thrombose rapide 2 bons résuotats avec vaisseaux perméables à l'angiographie
EFFLER (1964)	4	?	Obstruction de : - l'interventriculaire antérieure -1 - du tronc de la coronaire -2	Sous CEC et hypothermie profonde thromboendarterectomie ouverte et fermeture par pièce de saphène	1	3 excellents résultats avec vaisseaux perméables à l'angiographie.

LES INTERVENTIONS SUR COEUR BATTANT

Seize chiens ont subi une intervention sur un tronc coronaire à coeur battant. Le vaisseau choisi a été dans tous les cas l'artère interventriculaire antérieure. Les interventions se répartissent en 10 anastomoses termino-terminales entre la mammaire interne gauche et l'interventriculaire antérieure, et 6 artériotomies longitudinales de ce vaisseau, fermées par une pièce d'autogreffe artérielle.

I) LE MATERIEL UTILISE.

Il diffère peu de celui utilisé pour les anastomoses fémorales chez le lapin. Le matériel optique est cependant plus perfectionné : il s'agit d'un instrument binoculaire qui n'est plus une simple loupe mais une paire de jumelles miniature. Elles donnent un grossissement de 2. Leur distance focale est de 25 cm. environ, ce qui est suffisant pour travailler à l'intérieur du thorax.

Les instruments comportent, outre ceux précédemment décrits, une paire de ciseaux, un dissecteur et un porte-aiguille, tous longs et très fins. Le contenu habituel d'une boîte de thoracotomie complète l'instrumentation. Le matériel de suture reste la soie 6-0 doublement sertie.

II) LA TECHNIQUE OPERATOIRE.

A/ L'anastomose mammaire interne-interventriculaire antérieure.

L'anesthésie est induite et entretenue au Penthotal par voie intraveineuse. Le chien est intubé avec une sonde à ballonet et placé sous respirateur mécanique (appareil CRU de STEPHENSON) qui permet une ventilation à pression positive, à l'oxygène pur, en circuit semi-ouvert. La pression artérielle (par un cathéter placé dans l'artère fémorale droite) et l'électrocardiogramme s'inscrivent en permanence sur l'écran d'une oscillographe SANBORN.

La voie d'abord est une thoracotomie passant par le bord supérieur de la 5ème côte. On commence par la dissection de l'artère mammaire interne gauche, depuis son origine sur la sous clavière jusqu'au 4ème espace intercostal. Toutes ses branches sont liées ou coagulées. Lorsque la longueur obtenue paraît suffisante, l'artère est sectionnée. Son bout distal est lié. Un clamp est placé sur le bout proximal à quelques centimètres de la section. Son orientation doit être notée car elle sert de repère pour éviter la torsion axiale. Nous utilisions au début des clamps bull-dog tenus au bout de pinces de MOYNIHAN, mais le manque de rigidité de ce système nous a amené à le remplacer par des clamps à canal artériel, plus traumatisants mais plus efficaces.

Il faut alors préparer l'extrémité qui va servir à l'anastomose. L'adventice est soigneusement dépouillé. Puis le vaisseau est dilaté au sérum (cf. 1° partie) entre le clamp et une pince fine placée sur le dernier millimètre qui sera sacrifié. On sectionne, en effet, cette extrémité aux ciseaux de

POTTS, obliquement, le plan de section formant avec l'axe du vaisseau un angle de 45°.

Le péricarde est ensuite largement ouvert en avant du phrénique et ses lèvres sont suspendues aux berges de la thoracotomie. L'artère interventriculaire antérieure est abordée à son tiers moyen : l'épicarde est incisé et le vaisseau disséqué de la graisse du sillon dans laquelle il est enfoui (fig. 33). La veine est à son flanc gauche et il est souvent nécessaire de lier ou de coaguler des afférentes veineuses venues du ventricule droit.

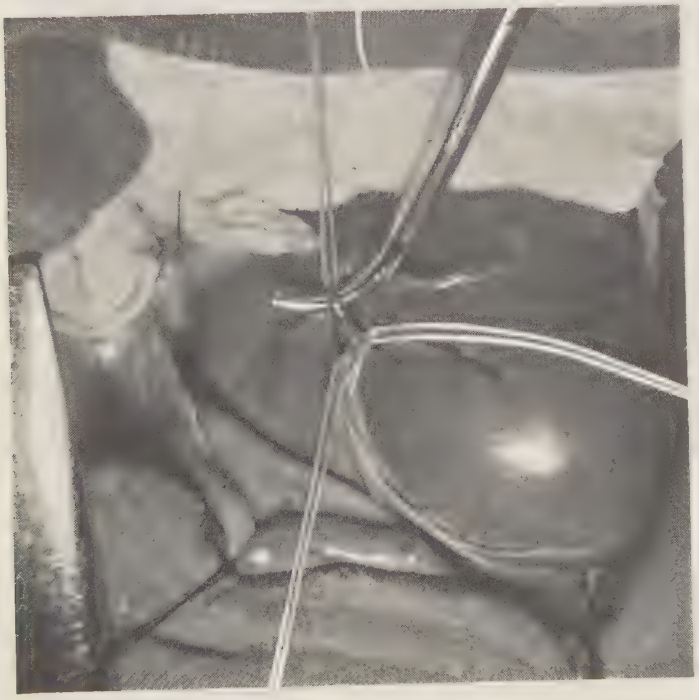


Fig. 33 L'interventriculaire antérieure disséquée.

Cette dissection, assez délicate en raison des mouvements cardiaques et respiratoires peut être facilitée par la passage de fils de suspension (Dacron 5-0) dans les lèvres de l'épicarde incisé.

Fig. 34. Début de l'anastomose. Les extrémités sont maintenues par 2 clamps à canal artériel.
Les fils d'angle sont en place.
Le plan antérieur va être commencé.

Lorsque l'artère est bien disséquée, un clamp est placé sur la partie la plus distale du segment dégagé. Une ligature est placée à la partie proximale, puis le vaisseau est sectionné avec la même obliquité que la mammaire interne. L'extrémité à anastomoser est préparée avec soin, mais la dilatation est ici inutile, les coronaires du chien étant assez peu sujettes au spasme traumatique.

L'anastomose est alors menée par deux surjets éversants (cf. 1ère partie). Deux aides sont indispensables : l'un maintient les clamps dans une relative stabilité, l'autre tend les fils d'angle.

La suture terminée, le clamp d'aval est lâché et l'air très soigneusement chassé. Le clamp d'amont est alors lâché à son tour. L'hémorragie est le plus souvent modérée et se tarit après quelques minutes de compression. Le temps moyen de clampage a été de 29 minutes (de 20 à 53 minutes).

Fig. 35. L'anastomose terminée

Le péricarde est laissé ouvert, les deux plèves drainées et le thorax fermé plan par plan.

5 millions d'unités de pénicilline sont administrés par voie intraveineuse pendant l'intervention. Les drains sont mis en aspiration. Aucun anticoagulant n'a été utilisé dans cette partie de l'expérimentation.

B/ La fermeture d'une artériotomie longitudinale par une pièce d'autogreffe artérielle.

Le dispositif opératoire est absolument identique mais le protocole comporte un temps préliminaire : le prélèvement du greffon qui se fait sur la fémorale superficielle basse, selon la technique décrite dans la première partie.

L'interventriculaire antérieure est abordée et disséquée à son tiers moyen. Elle est contrôlée au-dessus et au-dessous du siège de l'artériotomie par un gros fil de soie passé deux fois autour du vaisseau. Celui-ci est incisé longitudinalement sur un centimètre environ. La pièce est mise en place et suturée par 4 surjets ordinaires réunissant les 4 points d'angle. Le temps moyen de clampage a été de 26 minutes (de 15 à 35 minutes).

Fig. 36
La pièce en place.

Une telle fermeture d'artériotomie est plus difficile qu'une anastomose : au cours de celle-ci, l'aide en maintenant les clamps parvient à stabiliser les extrémités à suturer. Ici au contraire, l'artère est à peine soulevée du coeur et la zone à suturer est en mouvement permanent.

III) LES RESULTATS.

Ils sont résumés dans les tableaux IV et V.

A/ Résultats immédiats globaux.

15 des 16 animaux opérés ont survécu à l'intervention dans l'immédiat. L'unique mort opératoire est due à une fibrillation ventriculaire irréductible.

La fibrillation ventriculaire est le principal accident à craindre au cours de ces interventions à coeur battant. Elle peut survenir à 3 moments, très différente par sa gravité et la conduite qu'elle implique.

a/ La fibrillation immédiate au clampage.

Elle survient rarement lorsqu'on interrompt la circulation sur l'interventriculaire antérieure à sa partie moyenne. Nous ne l'avons observés que dans 1 cas sur 16 (chien 36). Chez cet animal nous avons essayé de maintenir la circulation d'aval par perfusion rétrograde. Un cathéter fin est mis en place dans l'interventriculaire antérieure à la pointe du coeur. Par ponction aortique on prélève 300 ml. de sans dans un flacon citraté. Ce sang est ensuite injecté dans le cathéter par simple gravité,

aidé au besoin par une mise en pression à la poire. Le débit idéal est de 20 ml./min. comme l'a montré MURRAY (155.). En fait, il est très difficile à atteindre par des tubulures et des vaisseaux aussi fins. Il s'agit là d'un expédient difficile à réaliser et qui ne peut être considéré comme une méthode de routine.

b/ La fibrillation s'installant secondairement au cours même de la confection des sutures est la plus grave. Nous l'avons observée 2 fois (chiens 46 et 47). Tout essai de défibrillation est inutile tant que la circulation coronaire n'est pas rétablie. L'un des deux aides masse le coeur pendant que l'on termine les sutures : il n'arrête le massage que pendant les courts instants nécessaires au passage de l'aiguille. Dans les 2 cas le massage a permis de garder une pression artérielle supérieure à 60 mm.Hg et l'artère opérée était perméable en fin d'intervention. Dans les 2 cas le coeur a pu être défibrillé, après 13 minutes de massage pour le premier, et 40 minutes pour le deuxième.

c/ La fibrillation au déclampage est un phénomène bien connu (178.) indépendamment de tout passage de bulles d'air dans la coronaire opérée. Nous l'avons observé 3 fois (chiens 30, 34 et 57). Dans un cas il s'agissait d'un anastomose termino-terminale défectueuse car la mammaire interne était trop longue : le coeur n'a pu être défibrillé et l'animal est mort (chien 30). Dans les 2 autres cas, il s'agissait également d'anastomoses termino-terminales, mais bien perméables : le coeur a pu alors être défibrillé, dès le premier choc chez l'un, après 25 minutes de massage chez l'autre.

D'autres incidents ont été observés au cours de ces interventions :

- chute tensionnelle, réagissant habituellement bien à la transfusion de sang ou de solutés macromoléculaires,

- modifications du tracé électrocardiographique, à type d'arythmie extrasystolique ou de troubles de la repolarisation : elles ont été le plus souvent transitoires, sauf dans un cas (chien 53) où l'anastomose n'était vraisemblablement pas perméable et où l'électrocardiogramme postopératoire suggérait fortement un infarctus antérieur.

B/ Résultats secondaires.

1°) Mode d'Etude.

- La clinique.

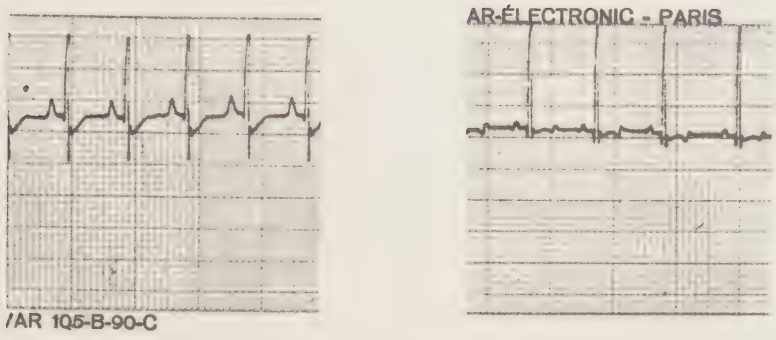
Elle est de peu d'utilité pour juger de la perméabilité des vaisseaux opérés car les interventions n'ont pas porté sur les gros troncs principaux. L'oblitération n'a donc pas de traduction clinique nette.

- L'électrocardiogramme.

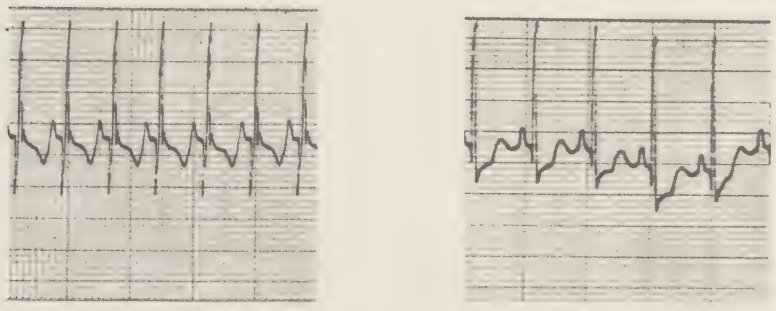
Il a été pratiqué à intervalles réguliers mais son interprétation est difficile. Les animaux ayant gardé leurs vaisseaux opérés perméables ont un tracé semblable au tracé préopératoire (Fig. 37). En cas de thrombose il a été observé, mais de façon inconstante, un sous décalage de ST et une inversion de T, ce qui correspond aux constatations de SCEBAT, RESNAIS et LENEGRE (171-173). Mais il n'est jamais apparu d'ondes Q de nécrose, peut être parce que le territoire infarci était trop petit.

La figure 38 retrace l'évolution électrique d'un animal qui a subi une fermeture d'artériotomie : cet animal a fibrillé en cours de suture. La pièce a donc été posée sous massage cardiaque et le rythme postopératoire est fort perturbé mais il se rapproche ensuite de la normale, à ceci près qu'on peut noter des troubles de la repolarisation. Et de fait, cet animal, mort d'infection au 7ème jour, avait thrombosé son interventriculaire antérieure (cf. angiographie post-mortem - Fig. 43).

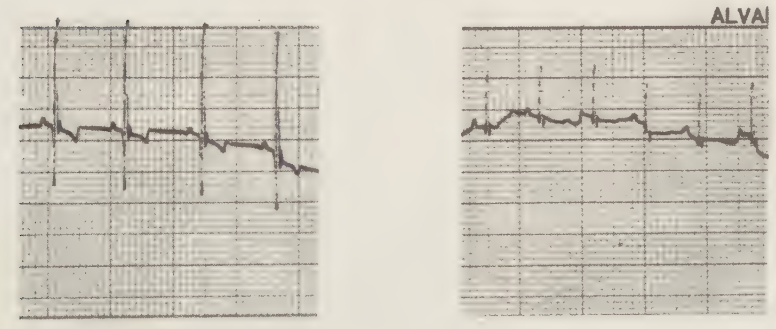
CHIEN 49 CHIEN 52



ECG PREOPERATOIRE (D III)



EN FIN D'INTERVENTION

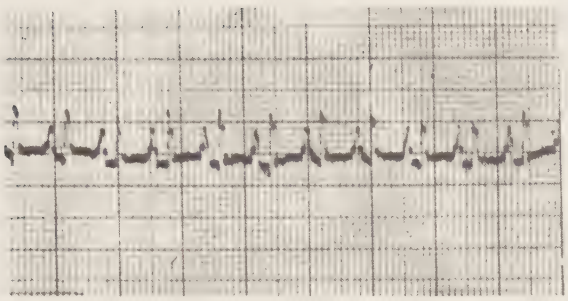


AU 19e JOUR AU 14e JOUR

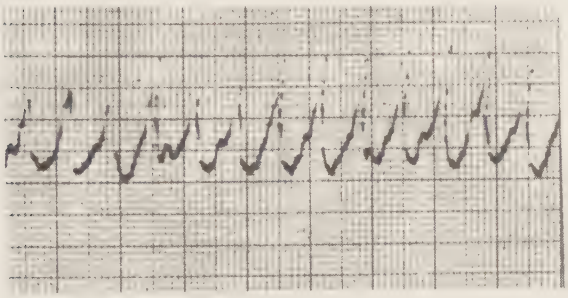
(ARTERES PERMEABLES)

Fig.37. ECG de 2 animaux ayant gardé leur vaisseau opéré perméable.

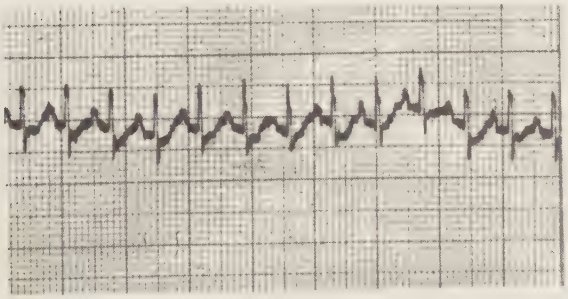
CHIEN 47



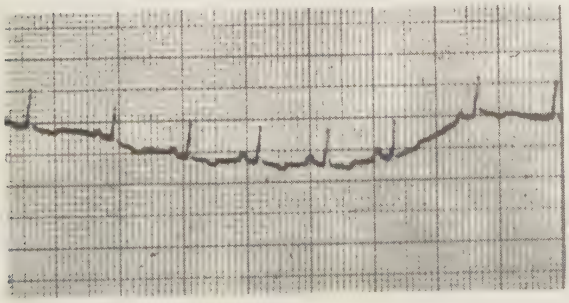
ECG
PREOPERATOIRE
(D III)



EN FIN
D'INTERVENTION
APRES 40
MINUTES DE
FIBRILLATION



A LA 70e MINUTE
POST OPERATOIRE



AU 7e JOUR
(ARTERE
THROMBOSEE)

Fig.38 ECG d'un animal ayant thrombosé son interventriculaire antérieure.

- La vérification directe.

Elle n'a été utilisée que pour les chiens morts de complications postopératoires ou au cours ou au décours des angiographies. Le degré de perméabilité du vaisseau opéré a été déterminé en injectant par l'ostium coronaire gauche du sulfate de baryum et en radiographiant la pièce ainsi obtenue. (Fig. 39 et 39 bis).

Fig. 39.

Fig. 39 bis

Le niveau de l'anastomose est indiqué par la flèche. Noter la différence de calibre entre mammaire interne et interventriculaire antérieure.

- L'angiographie sur l'animal vivant.

C'est le test idéal mais c'est aussi le plus difficile à obtenir. Le procédé utilisé a été la cinéangiographie à 50 images/seconde.

Pour obtenir l'opacification de l'interventriculaire antérieure après réparation d'artériotomie, on utilise un cathéter dont l'extrémité en forme de spirale est perforée de nombreux orifices. Il est introduit par l'artère fémorale et poussé jusqu'à la racine de l'aorte. Quand la spirale est bien déroulée en position sus-sigmoidienne, le produit de contraste est injecté à forte pression. Aucun modificateur du rythme cardiaque n'est employé.

Pour opacifier l'interventriculaire antérieure après son anastomose à la mammaire interne, nous avons essayé la voie axillaire rétrograde sans succès*. Force a été d'ouvrir le thorax et de cathétériser directement l'origine de la mammaire interne. Les clichés obtenus sont de médiocre qualité en raison de fuites autour de l'orifice de pénétration du cathéter dans l'artère (il n'était évidemment pas possible de faire une ligature de la mammaire interne sur le cathéter car l'on aurait provoqué une ischémie myocardique). Ils sont cependant assez lisibles pour permettre de juger du passage du produit opaque dans la circulation coronaire.

---

* - Depuis la fin de la rédaction de ce travail, des angiographies par voie rétrograde ont pu être obtenues (Cf. fig. 42 p. 77 bis).

2°) Résultats secondaires des anastomoses mammaire interne/ Interventriculaire antérieure (Tableau IV)

Sur les 9 animaux ayant survécu à l'intervention proprement dite, 3 sont morts dans la première nuit. Le premier, de choc irréversible que l'autopsie a permis d'attribuer à un hémopéritoine par lacération traumatique du foie. Le second, par atélectasie massive du poumon droit. Le troisième est mort décérébré sans avoir repris sa respiration spontanée. Cet animal avait fibrillé au déclampage et avait été massé pendant 25 minutes avant de pouvoir rétablir un rythme normal.

Ces 3 animaux avaient à l'autopsie une anastomose perméable.

Deux des six animaux ayant survécu aux suites opératoires immédiates sont morts secondairement. L'un au 12° jour : l'autopsie a montré un hémothorax massif et une rupture de l'anastomose. L'autre au 21° jour, d'un pyothorax gauche. L'anastomose était thrombosée et le territoire myocardique correspondant visiblement infarci.

Parmi les 4 survivants, l'un est mort en apnée pendant le transport du laboratoire au service de radiologie où l'on se proposait de pratiquer une angiographie. L'autopsie a montré une anastomose perméable (Fig. 40 et 41). Un deuxième animal a subi une angiographie au 17° jour qui a également montré une anastomose perméable (Fig. 42).

Les deux derniers survivants sont gardés pour une étude à plus long terme.

Fig. 40.

Coeur du chien 41 mort au cours d'un essai d'angiographie au 18° jour. Aspect normal.

Fig. 41.

Même pièce coupée. Pas d'aspect d'infarcissement (anastomose perméable).

Fig. 42.

Angiographie d'une anastomose mammaire interne/interventriculaire antérieure au 18° jour, par voie axillaire rétrograde. Le niveau de l'anastomose est indiqué par la flèche.

TABLEAU IV - ANASTOMOSES MAMMAIRE INTERNE - INTERVENTRICULAIRE ANTERIEURE SUR COEUR BATTANT

CHIEN	CALIBRE I.V.A.	CALIBRE M.I.	POINTS TECHNIQUES PARTICULIERS	FIBRILLATION	MORTS OPERATOIRES	MORTS POST-OPERATOIRES	MORTS A DISTANCE	SURVIVANTS ou SACRIFIES
1 (2/X/64)	15/10 mm	20/10 mm	Fuite importante au déclampage - Utilisation de l'Eastman 910	0			Hemothorax massif au 12ème jour - Rupture de l'anastomose	
30 (17/XI/64)	16/10 mm	20/10 mm	Mammaire trop longue Mauvais flux systolique	Au déclampage	Fibrillation irréductible			
26 (19/XI/64)	18/10 mm	20/10 mm	Bonne anastomose	0		Mort dans la 1° nuit Hémopéritoine par lacération du foie (?) Anastomose perméable.		
34 (26/XI/64)	18/10 mm	18/10 mm	Bonne anastomose	Au déclampage Défibrillation au 1er choc		Mort dans la 1° nuit Atélectasie du poumon DR - Anastomose perméable		
41 (1/XII/64	15/10 mm	25/10 mm	Anastomose difficile (incongruence) mais correcte	0				Bon état clinique au 12° jour Mort au cours d'un essai d'angiographie- Anastomose perméable.
49 (10/XII/64	18/10 mm	25/10 mm	Bonne anastomose	0			Bon état clinique et ECG au 12° jour. Mort de pyothoras au 21° jour. Thrombose de l'anastomose. Infarctus myocardique	
51 (17/XII/64	20/10 mm	30/10 mm	Bonne anastomose	0				Bon état clinique - ECG normal au 15° jour. Sacrifié après angiographie : anastomose perméable.
53 (18/XII/64	20/10 mm	30/10 mm	Mauvaise anastomose Perméabilité douteuse	0				Etat clinique assez bon mais perturbations de l'ECG au 5° jour - Thrombose probable.
57 (22/XII/64	15/10 mm	30/10 mm	Anastomose difficile (incongruence) mais correcte	Au déclampage Défibrillation après 25° de massage		Mort décérébré dans la 1° nuit sans avoir repris sa ventilation spontanée Anastomose perméable		
60 (5/I/65)	12/10 mm	25/10 mm	Anastomose difficile (incongruence) et légèrement sténosante	0				Bon état clinique - ECG normal

.3°) Résultats secondaires des réparations d'artériotomie longitudinale (Tableau V).

Aucun des 6 animaux n'est mort ni pendant l'intervention ni des suites immédiates.

Trois animaux sont morts d'infection au 7°, 29° et 38° jour. Il s'agissait dans 2 cas d'un pyothorax et dans le 3° de bronchopneumonie. 2 sur 3 avaient un vaisseau opéré perméable à l'autopsie. L'animal thrombosé était celui qui avait résisté à 40 minutes de fibrillation ventriculaire et de massage cardiaque (Fig. 43).

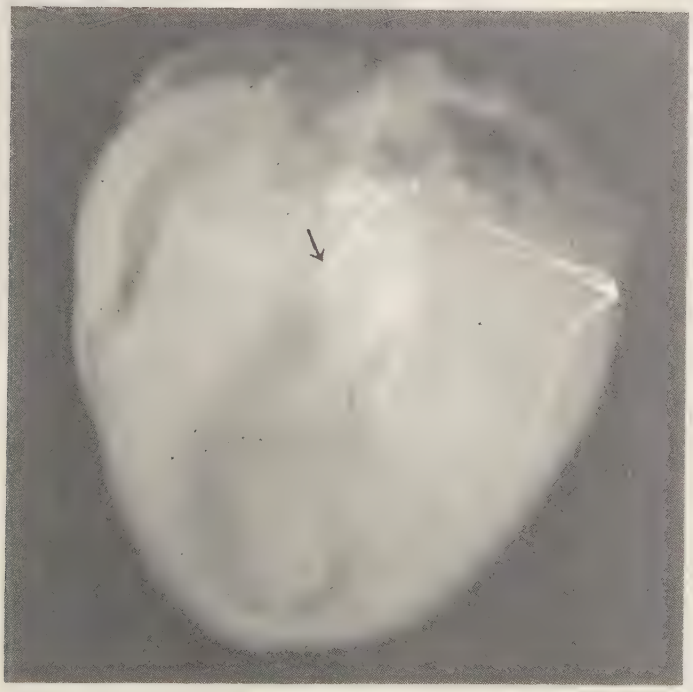


Fig. 43.

Angiographie post-mortem du chien 47. La flèche marque le niveau de la thrombose.

Parmi les 3 survivants l'un a subi une angiographie au 25° jour qui a montré une interventriculaire antérieure perméable (Fig. 44). Il est à noter que ce chien avait lui aussi fibrillé en cours d'intervention et que la pièce avait été posée presque entièrement sous massage cardiaque.

Fig. 44.

Angiographie du chien 46. Les trois troncs coronaires sont injectés. Aucune irrégularité ne signale l'emplacement de l'artériotomie sur l'interventriculaire antérieure (vaisseau désigné par la flèche).

Les deux derniers survivants sont gardés pour étude à longue échéance.

CHIEN	CALIBRE I.V.A.	POINTS TECHNIQUES PARTICULIERS	FIBRILLATION	MORTS OPERATOIRES	MORTS A DISTANCE	SURVIVANTS
36 (24/XI/64)	20/10 mm	Intervention difficile du fait des troubles du rythme	Au clampage - Perfusion retrograde de sang oxygéné. Au déclampage - Défibrillation au 1er choc		Tentative d'angiographie au 15e jour ; échec - ECG normal au 28e jour. Mort par infection au 38e jour - Autopsie ; vaisseau perméable.	
46 (3/XII/64)	22/10 mm	Pièce posée sous massage cardiaque	En cours de suture Défibrillation au 1er choc après 13e minutes de massage			Etat clinique parfait. ECG normal au 19e jour. Angiographie au 25e jour ; vaisseau perméable.
52 (8/XII/64)	15/10 mm	Fermeture facile et étanche	0		Bon état clinique et ECG normal au 14e jour. Mort de broncho-pneumonie au 29e jour. Autopsie ; vaisseau perméable.	
47 (15/XII/64	22/10 mm	Pièce posée sous massage cardiaque	En cours de suture. Défibrillation difficile après 40 minutes de massage		Mort d'infection au 7e jour . ECG au 5e jour perturbé. Autopsie:vaisseau thrombosé.	
59 (5/I/65)	12/10 mm	Fermeture facile et étanche	0			Bon état clinique - ECG normal
61 (6/I/65)	15/10 mm	Fermeture facile et étanche	0			Bon état clinique - ECG normal

IV) DISCUSSION.

1°) Le choix de l'interventriculaire antérieure à sa partie moyenne comme vaisseau d'expérimentation peut prêter à . critiques. En effet, chez le chien, à la différence de l'homme, cette artère n'est pas le principal tronc nourricier du myocarde. FINEBERG a montré par une technique d'injection-corrosion (100) que la proportion moyenne de myocarde irrigué par chacun des 3 troncs était de 45 % pour la circonflexe gauche, 32 % pour l'interventriculaire antérieure, et 23 % pour la coronaire droite. La différence de fréquence de la fibrillation ventriculaire au clampage isolé de chacun des trois troncs confirme cette notion.

Choisir l'interventriculaire antérieure, surtout si on l'aborde non pas à son origine mais à sa partie moyenne, comporte des avantages et des inconvénients.

Le principal avantage est de pouvoir clamper le vaisseau sans être obligé d'utiliser d'artifices pour maintenir la circulation d'aval. Ceux-ci, qu'il s'agisse d'intubation temporaire ou de perfusion rétrograde, alourdissement beaucoup l'intervention et y ajoutent leurs aléas propres. Il ne nous a pas paru utile de les employer d'autant que leur éventuelle application clinique paraît des plus improbable.

Les inconvénients de ce choix ne sont pas à négliger. D'une part, le calibre du vaisseau à ce niveau est faible (16/10 mm. en moyenne alors qu'à titre d'exemple le calibre moyen de la circonflexe gauche à son origine calculé sur 7 animaux est de 24/10 mm.). Les difficultés opératoires en sont quelque peu accrues.

D'autre part, et surtout le fait d'opérer sur un tronc qui n'est pas le principal entraîne une conséquence évidente : la survie de l'animal ne signifie pas que le vaisseau opéré soit perméable. Comme la surveillance électrocardiographique est-elle aussi difficile pour la même raison (la faible étendue du territoire myocardique intéressé), la seule façon de s'assurer des résultats est directe : autopsie ou angiographie.

2°) Le choix de l'anastomose mammaire interne-coronaire comme l'une des procédures expérimentales prête lui aussi à discussion. En effet, cette intervention, bien que très souvent pratiquée chez l'animal, ne pourra jamais sortir du stade expérimental. Car si chez le chien la mammaire interne est un vaisseau de taille respectable (24/10 mm. de calibre moyen calculé sur 10 animaux) son calibre et sa consistance chez l'homme interdisent tout espoir d'utilisation. (Rappelons à ce propos que l'intervention de VINEBERG est une implantation de la mammaire interne directement dans le myocarde et non une anastomose).

L'intérêt de cette série expérimentale est seulement de prouver qu'une telle anastomose est possible et qu'elle peut rester perméable, argument peut être hasardeux mais non méprisable en faveur de futurs pontages aorto-coronaires cliniques.

En revanche, la fermeture d'une artériotomie par une pièce d'autogreffe est un procédé auquel il est bon d'être initié sur les petits vaisseaux, car il s'agit probablement là du meilleur procédé pour terminer une désobstruction.

3°) Les difficultés techniques.

Elles proviennent beaucoup plus de la mobilité du champ opératoire que de la taille des vaisseaux. Opérer sur coeur battant entraine nécessairement un certain degré d'imprécision dans les gestes que nous rendons responsable de la proportion de thromboses plus élevée que celle observée sur les vaisseaux pourtant plus fins du lapin.

Cette difficulté et cette imprécision portent à considérer la chirurgie coronarienne à coeur battant chez l'homme comme une acrobatie des plus périlleuse. A moins que l'on ne se contente d'un ramonage hâtif dont les résultats à terme risquent fort d'être décevants.

4°) L'étude des résultats.

Elle porte sur un nombre d'animaux trop restreint pour être exprimée en termes statistiques. En excluant les morts opératoires et immédiatement postopératoires d'une part, et les survivants gardés pour étude à long terme d'autre part, l'on aboutit au total de 8 animaux, étudiés par autopsie ou angiographie. 5 d'entre-eux avaient leurs vaisseaux opérés perméables, 2 étaient thrombosés, 1 avait rompu son anastomose. Ces chiffres montrent seulement que la chirurgie des petits vaisseaux, pratiquée dans les conditions les plus difficiles, peut aboutir dans un certain nombre de cas au succès.

LES INTERVENTIONS A COEUR ARRETE SOUS CIRCULATION EXTRA CORPORELLE

Sept chiens ont été opérés sous circulation extra-corporelle en hypothermie modérée. Toutes les interventions ont porté sur l'artère circonflexe gauche près de son origine. Elles se répartissent en 3 artériotomies longitudinales fermées par une pièce d'autogreffe artérielle et 4 artériotomies fermées par suture directe des deux lèvres. Le but (quelque peu optimiste) était de comparer l'évolution à long terme de ces deux types de réparation.

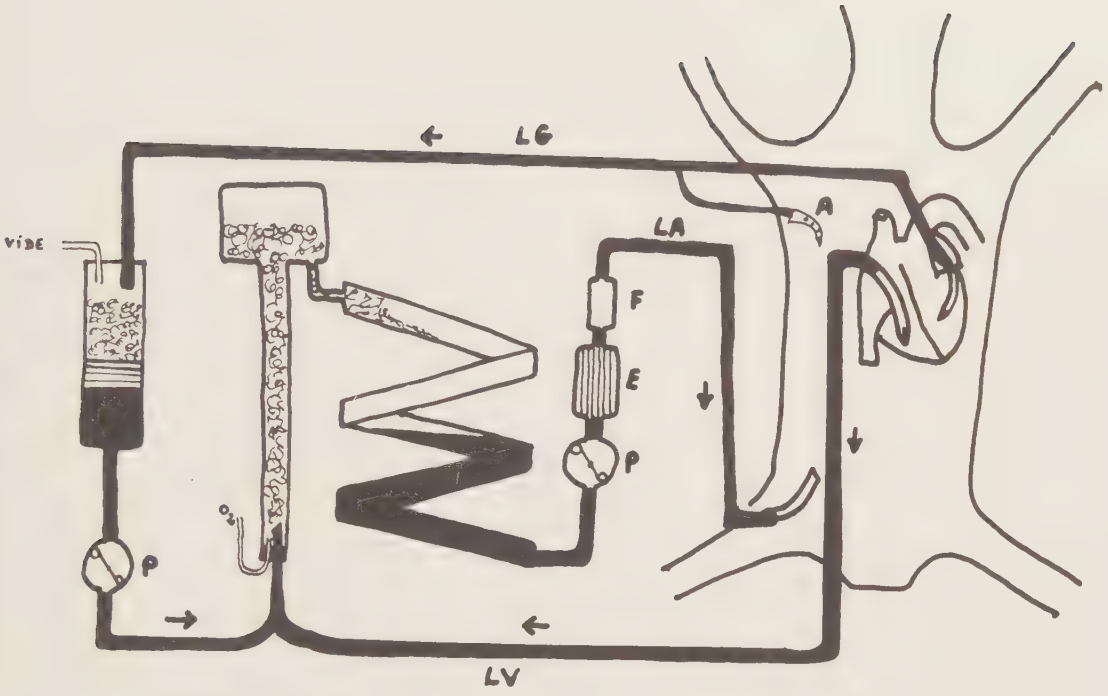
1) LE MATERIEL UTILISE.

L'oxygénateur.

Dans les 5 premiers cas l'appareil utilisé a été l'oxygénateur de RYGG (oxygénation par bullage). Pour les 2 derniers animaux, ce système a été remplacé par un oxygénateur à disques, modèle KAY-CROSS de 16 pouces de long, comportant 60 disques (oxygénation par étalement).

Le circuit.

Il comporte une canule veineuse (canule de RYGG de 7 mm. de diamètre dont la forme coudée facilite l'introduction par l'auricule dans le ventricule droit), une "ligne" veineuse



SCHEMA DU CIRCUIT (OXYGENATION PAR BULLAGE)

LV : LIGNE VEINEUSE
LA : LIGNE ARTERIELLE
LG : LIGNE DE DECHARGE GAUCHE
P : POMPE
E : ECHANGEUR THERMIQUE
F : FILTRE
A : ASPIRATEUR DE RECUPERATION

Fig. 45.

amenant le sang par simple gravité vers l'oxygénateur. Le sang hématosé passe ensuite par une pompe rotative à galets type LENFANT-DUBOST, puis par un échangeur thermique à mandrins axiaux, enfin par un filtre, avant d'être réinjecté grâce à une canule métallique dans l'artère fémorale gauche.

Un circuit accessoire est chargé d'assurer la décharge des cavités gauches et l'aspiration de récupération.

La masse de remplissage.

Elle est constituée par du sang homologue non groupé, prélevé par saignée totale. Les animaux saignés sont anesthésiés localement et curarisés. Ils ne reçoivent pas de barbituriques. 4.000 unités (40 mg.) d'héparine sont ajoutés à chaque litre de sang prélevé.

II) LA TECHNIQUE OPERATOIRE.

A/ La conduite de la circulation extra-corporelle.

L'animal est anesthésié, intubé et placé sous respirateur mécanique. Deux cathéters sont mis en place dans l'artère et la veine fémorale droite. Ils sont branchés sur un électromanomètre (Statham strain gage) relié à un oscillographe SANBORN permettant la surveillance permanente des pressions artérielle et veineuse. L'électrocardiogramme s'inscrit également en permanence sur l'écran. La température est mesurée par l'intermédiaire de deux sondes, oesophagienne et rectale.

La voie d'abord est une thoracotomie antérolatérale gauche, passant par le bord supérieur de la 5ème côte. Le péricarde est largement ouvert en avant du phrénique et ses lèvres sont suspendues aux berges de la thoracotomie.

L'animal est héparíné à raison de 300 unités (3 mg.) par kilog. de poids. Les différentes canulations sont effectuées.

La circulation extracorporelle est mise en route. Le débit optimum est voisin de 100 ml/kg, ce qui a permis constamment d'obtenir une pression artérielle supérieure à 60 mm.Hg. La pression veineuse est toujours restée basse. La température sera progressivement abaissée aux alentours de 28°.

Lorsque le débit désiré est atteint, on place un clamp sur l'aorte et l'artère pulmonaire en bloc (sa branche postérieure est introduite par le sinus de Theile). Simultanément on verse dans le sac péricardique du soluté isotonique de glucose à 0°. L'arrêt cardiaque est ainsi très rapidement obtenu. En même temps l'hypothermie sélective du coeur assure sa protection contre l'ischémie.

Dès que le coeur est arrêté, une petite canule de décharge est glissée par l'auricule dans les cavités gauches.

L'intervention proprement dite sur la circonflexe gauche commence dès le clampage aortique. Une fois les sutures terminées et l'étanchéité obtenue, l'aorte est déclampée et le réchauffement commencé. Lorsque la température atteint 30°, le coeur est défibrillé électriquement (appareil à décharge de condensateur SERDAL). La circulation extracorporelle est

maintenue en assistance pendant quelques minutes, puis les canules sont enlevées et l'héparine neutralisée par une dose adéquate de sulfate de protamine.

La durée moyenne de clampage aortique a été de 36 min. (de 16 à 47 min.). Celle de la circulation extracorporelle de 49 min. (de 30 à 66 min.).

Pendant et après l'intervention, différents contrôles biologiques ont été effectués:

- l'équilibre acido-basique a été contrôlé en utilisant l'appareillage et les diagrammes d'ASTRUP et SIEGGARD-ANDERSEN.
- le degré d'hémolyse dans le sang de remplissage, dans la machine et dans le sang de l'animal a été mesuré par la méthode de KOLFF.
- la coagulation a été étudiée par le temps de coagulation, et le temps de thrombine, à la recherche notamment d'une héparinémie résiduelle. Une éventuelle fibrinolyse a été systématiquement cherchée par l'observation prolongée des caillots.

Diverses médications adjuvantes ont été utilisées au cours et au décours de l'intervention.

- l'acidose, constante, a été corrigée par l'administration de bicarbonate de sodium et de THAM; l'hypokaliémie par le chlorure de potassium.
- gluconate de calcium et digitaline ont été administrés comme tonicardiaques.

- l'adjonction d'acide e-amino-caproïque a été systématique pour prévenir le déclenchement d'une fibrinolyse.

Enfin, la réanimation per et post opératoire a comporté un ensemble de mesures analogues à celles utilisées au cours des circulations extracorporelles cliniques.

- la compensation volémique a été aussi rigoureuse que possible,
- les vasopresseurs n'ont été utilisés qu'en cas de besoin et le moins longtemps possible,
- des solutés hypertoniques ont été administrés avec prudence quand la diurèse semblait insuffisante.

B/ Le temps proprement vasculaire.

Il est bon de commencer la dissection de la circonflexe gauche avant le début de la circulation extracorporelle pour ne pas allonger le temps de perfusion. L'auricule gauche est attirée en dehors par un fil tracteur. L'épicarde est incisé dans le fond du sillon qui sépare l'auricule et l'oreillette, et le vaisseau est disséqué de la graisse qui l'entoure. Sa veine satellite est juste au-dessus de lui, mais elle ne reçoit pas de branches par son bord inférieur. La libération de l'artère est assez facile malgré les battements cardiaques, d'autant qu'il n'est pas indispensable de disséquer au plus près sa face profonde.

Deux grosses soies sont passées au-dessus et au-dessous de la zone choisie pour l'artériotomie, qui se situe à 1 cm. environ de la bifurcation du tronc coronaire gauche.

Le reste de l'intervention se déroule à coeur arrêté. L'artère est ouverte longitudinalement sur 12 à 15 mm. au bistouri et aux ciseaux de POTTS.

Si l'on a décidé de mettre en place une pièce artérielle, elle a été auparavant prélevée sur la fémorale basse suivant la technique habituelle (cf. supra). Elle est appliquée par quatre points d'angle et quatre surjets ordinaires comme à l'accoutumée (Fig. 46.)

Fig. 46.

Si l'on a décidé une fermeture directe, deux points sont passés à la partie supérieure et inférieure de l'artériotomie. Ils sont réunis par un surjet ordinaire à points rapprochés.

Quel que soit le type de fermeture, la difficulté est d'obtenir son étanchéité sur l'animal hépariné. Nous avons utilisé pour cela l'adhésif tissulaire, le monomère Eastman 910.

Lorsqu'au déclampage aortique la fuite est importante et ne parait pas localisée en un point précis, le clamp est resserré. La zone de suture est totalement asséchée grâce à un jet d'oxygène fourni par une tubulure stérile, branchée au robinet mural et munie d'une aiguille à son extrémité libre. Le monomère qui est à l'état liquide est appliqué en très petites quantités avec un instrument fin. Le temps de séchage est de 30 secondes environ.

Dans les cas où ce procédé a été insuffisant à assurer l'hémostase, nous avons essayé d'appliquer sur la zone de suture un petit lambeau péricardique collé, par dessus lequel l'épicarde du sillon est suturé bord à bord au Dacron 6-0.

En définitive, l'hémostase locale a été assurée dans tous les cas. (Fig. 47).

Fig. 47.

Aspect de la zone de suture après application d'adhésif.

III) LES RESULTATS.

Tous les animaux sauf un ont survécu à l'intervention proprement dite, mais les six survivants sont morts dans les suites rapprochées.

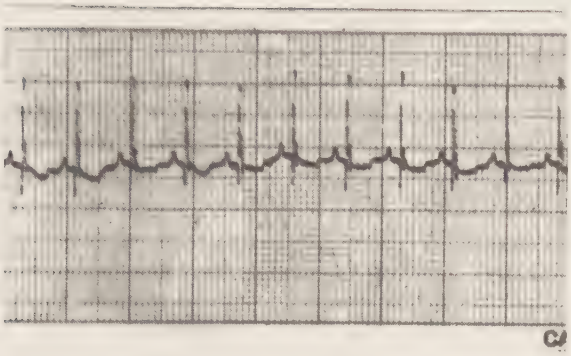
A/ Les résultats immédiats (Tableau VI)

- la défibrillation à la fin de la circulation extracorporelle a été obtenue dans tous les cas avec une grande facilité (4 fois sur 7 dès le premier choc). Dans un cas seulement (chien 48) le coeur s'est remis à fibriller à la 4° minute, et 10 minutes de massage ont été nécessaire avant de pouvoir rétablir le rythme sinusal.

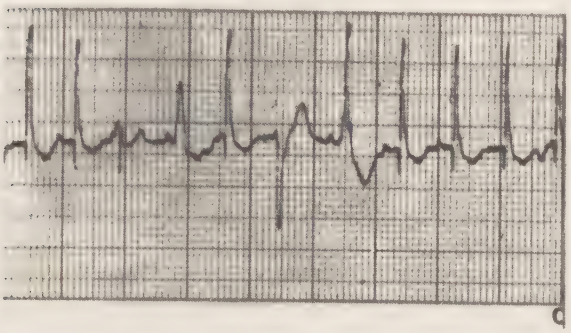
- la pression artérielle à la reprise des battements spontanés s'est habituellement maintenue à un niveau normal, avec parfois la nécessité d'une recharge en sang ou de vasopresseurs.

- le tracé électrocardiographique a habituellement repris une allure subnormale, après une brève période de perturbations, portant surtout sur la repolarisation (sous dénivellation du segment ST, inversion de T). La figure 48 donne un exemple typique de cette évolution électrocardiographique.

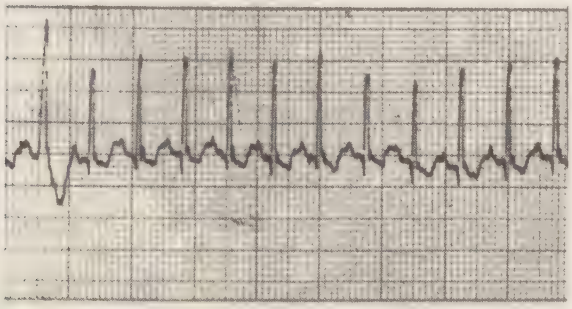
CHIEN 27



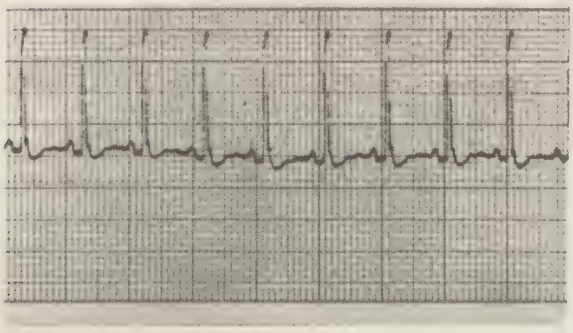
ECG préopératoire
(D III)



En fin d'intervention



A la 5° heure



A la 9° heure

TABLEAU VI - EXPERIMENTATION SOUS CIRCULATION EXTRA CORPORELLE

CHIEN	OXYGENAT.	CALIBRE CIRCONFL. GAUCHE	TYPE D'INTERVENTION	DUREE CLAMPAGE AORTIQUE	DUREE CEC	DEFIBRILATION	MORTS OPERATOIRES	ECG POST OPERATOIRE	MORTS SECONDAIRES
5	Rygg	25/10mm	Artériotomie longitudinale Fermeture par pièce artérielle - Etanchéité assurée par adhésif tissulaire.	45 min.	66 min.	2ème choc		Grosses perturbations à type de bloc.	Refroidissement accidentel pendant la nuit - T° à 27° le lendemain matin. Mort par fibrillation ventriculaire. Autopsie : vaisseau perméable.
7	Rygg	23/10mm	Artériotomie longitudinale Fermeture par pièce artérielle - Etanchéité assurée par adhésif	47 min.	62 min.	6ème choc	Hemorragie généralisée - TC supérieur à 30 min. Choc irréversible		
14	Rygg	20/10mm	Artériotomie longitudinale Fermeture pur surjet simple	16 min.	30 min.	1er choc		Inversion de T	Mort d'hémorragie dans la nuit Autopsie : vaisseau perméable
16	Rygg	25/10mm	Artériotomie longitudinale Fermeture par surjet simple	31 min.	38 min.	3ème choc		normal	Mort d'hémorragie à la 8ème heure. Autopsie : vaisseau perméable.
22	Rygg	25/10mm	Artériotomie longitudinale Fermeture par surjet simple Pièce péricardique collée	36 min.	44 min.	1er choc		Inversion de T Arythmie extra systolique	Mort d'hémorragie à la 7ème heure. Autopsie : vaisseau perméable.
27	Kay-Cross	22/10mm	Artériotomie longitudinale Fermeture par surjet simple Pièce péricardique collée	38 min.	55 min.	1er choc		normal	Mort d'oedème pulmonaire par surcharge à la 10ème heure Autopsie : vaisseau perméable.
48	Kay-Cross	25/10mm	Artériotomie longitudinale Fermeture par pièce artérielle. Etanchéité assurée par adhésif tissulaire	37 min.	50 min.	1er choc Puis fibrillation à la 4° min. Défibrillé à la 14° min.		Inversion de T	Hemorragie secondaire à la 7ème heure - Mort de collapsus hypovolemique à la 10ème heure Autopsie : vaisseau perméable.

Dans 3 cas sur 6 le dernier tracé enregistré montrait la persistance de l'inversion de l'onde T. Dans un cas, un élargissement considérable du complexe rapide témoignait d'un bloc probable. Dans 2 cas enfin, l'électrocardiogramme est pratiquement revenu à la normale.

La diurèse s'est toujours maintenue pendant et après l'intervention, malgré les taux d'hémolyse souvent élevés. Enfin, tous les animaux ont manifesté au cours de leur brève survie des signes de réveil, témoignant d'une activité cérébrale probablement intacte.

L'unique mort opératoire (chien 7) est due à un syndrome hémorragique apparu en fin d'intervention. Il a été impossible chez cet animal d'abaisser le temps de coagulation à moins de 30 minutes; malgré des doses de protamine dépassant de beaucoup les chiffres théoriquement suffisants.

B/ Les résultats secondaires.

Les 6 animaux ayant survécu à l'intervention sont morts dans les 18 premières heures postopératoires.

Dans deux cas, la mort est due à une faute de surveillance ou de réanimation : Pour le premier (chien 5) l'animal a été exposé au froid pendant la nuit; sa température est redescendue à 27° et il est mort par fibrillation ventriculaire pendant les essais de réchauffement. Pour le deuxième (chien 27), une surcharge liquidienne a entraîné la mort par oedème pulmonaire.

Dans les quatre autres cas, la mort est due à l'hémorragie. Le saignement a été tantôt précoce, dès le thorax fermé, tantôt retardé vers la 5° heure. Il a toujours été massif, dépassant 1 litre, atteignant parfois 2 litres, la mort survenant une fois les réserves en sang du laboratoire épuisées.

Malgré un certain nombre d'investigations, l'origine de ces hémorragies n'est jamais clairement apparue.

Le thorax des animaux opérés n'était fermé qu'une fois l'hémostase chirurgicale rigoureusement assurée. Comme d'autre part les chiens ayant subi une intervention identique à coeur battant n'ont jamais saigné plus de 150 ml. dans les 24 premières heures, on peut exclure sans crainte d'erreur une cause chirurgicale d'hémorragie.

Quant aux troubles biologiques de l'hémostase, aucun ne s'est clairement manifesté. Il n'y a jamais eu de fibrinolyse. La neutralisation de l'héparine, vérifiée par le temps de thrombine, était correctement assurée, sauf dans le cas immédiatement mortel. Le temps de coagulation était en règle normal alors que le sang montait de façon impressionnante dans les bocaux.

Les données de l'autopsie ont été très univoques : hémothorax ou non, selon l'efficacité du drainage, jamais d'infarctus, perméabilité parfaite de tous les vaisseaux opérés.

IV) DISCUSSION.

Le choix de l'artère circonflexe gauche s'impose lorsqu'on intervient sous circulation extracorporelle. C'est, on l'a vu au chapitre précédent, l'artère principale du myocarde du chien et la survie de l'animal est un critère presque absolu de perméabilité. Il n'en est pas de même chez l'homme, où le principal des trois troncs coronaires est l'interventriculaire antérieure.

Sur le plan technique, la plus grande difficulté a été d'assurer l'étanchéité des sutures vasculaires sous héparine. Il est exclu d'attendre la neutralisation pour obtenir l'hémostase, car à ce moment, si elle n'est pas parfaite, la partie est perdue : le coeur est reparti et aucun geste efficace ne peut plus être fait sans un risque majeur de déchirure ou de sténose du vaisseau.

Pour obtenir cette étanchéité sous circulation extracorporelle, l'utilisation du monomère adhésif nous a paru à la fois indispensable et quelque peu décevante. L'application du produit aboutit pourtant à la formation d'une pellicule apparemment adhérente. Mais, très souvent, lorsqu'on déclampe l'aorte pour éprouver l'étanchéité, cette pellicule se décolle, se boursoufle et se rompt par endroits donnant issue à une hémorragie presqu'aussi importante qu'initialement. Ceci tient sans doute au fait que dans la technique utilisée, il est impossible d'appliquer l'adhésif selon les conditions idéales : l'interposition du produit entre les endothéliums affrontés d'une part et la pression sur les surfaces à coller d'autre part.

Les inconvénients de l'adhésif sont bien moindres toutefois lorsqu'on l'utilise non plus isolément mais pour coller sur la zone des sutures une petite pièce de péricarde.

Quant au devenir à long terme de cette gangue périvasculaire, la brièveté des survies ne nous a pas permis de l'étudier.

Les résultats de cette série sont trop médiocres pour appeler de longs commentaires. Cependant on peut noter qu'aucune des morts n'est liée au temps proprement coronarien de l'intervention, ni en lui-même, ni par un éventuel retentissement myocardique. Ce fait, dont la signification est évidemment limitée par la faible durée des survies, est malgré tout un encouragement à poursuivre cette expérimentation.

°
° °

C O N C L U S I O N S

Bien que les dimensions de ce travail ne permettent pas d'en tirer d'enseignements définitifs, certaines notions sont apparues en cours d'expérimentation qui pourront aider à diriger une étude ultérieure.

La série d'animaux opérés à coeur battant confirme les possibilités et précise les limites de la méthode. Avoir obtenu des survivants dont un certain nombre ont gardé leurs vaisseaux opérés perméables est un fait encourageant mais de signification limitée : on peut seulement en conclure qu'il est possible d'opérer avec succès sur de petites artères y compris celles du coeur du chien. Mais quel que soit l'entraînement acquis, cette chirurgie reste difficile et incertaine.

Difficile, car la minutie nécessaire s'accomode mal d'un champ animé à la fois des mouvements respiratoires et des battements cardiaques.

Incertaine, car les effets du clampage coronaire sont imprévisibles : rien ne peut garantir contre la fibrillation ventriculaire survenant alors que le vaisseau est largement ouvert et obligeant à terminer au plus vite sous massage cardiaque. Les shunts temporaires, les perfusions coronaires d'aval sont des méthodes trop hasardeuses pour sortir du stade expérimental.

Aussi, et bien qu'elle nous ait donné des succès, la chirurgie à coeur battant nous semble-t-elle trop imprécise dans sa technique et trop dangereuse dans ses effets pour pouvoir être proposée à un malade.

Le bilan de la petite série opérée sous circulation extracorporelle est sombre mais il n'est pas accablant pour l'avenir puisque la mortalité n'est pas liée à l'acte opératoire en soi. On peut même en tirer quelques données encourageantes.

L'intervention sur coeur arrêté est simple : la dissection, l'ouverture du vaisseau, la réparation peuvent être menées avec la douceur et la précision qui sont les conditions nécessaires du succès. Le fait d'opérer sur un vaisseau du coeur n'ajoute aucune difficulté particulière.

Le coeur du chien supporte apparemment bien ce type d'intervention puisqu'il n'y a jamais eu de difficulté à rétablir un rythme normal ni de signes de défaillance myocardique postopératoire. Il est vrai que les survies obtenues ont été trop courtes pour pouvoir conclure de façon formelle sur ce point.

En matière de chirurgie coronarienne directe de nombreuses inconnues subsistent, dont certaines devront faire l'objet de recherches expérimentales, mais d'autres ne seront déterminées que par l'expérience clinique.

Le passage de la chirurgie expérimentale sur artères saines à la chirurgie humaine sur artères malades est certes un cap difficile mais non infranchissable. La thromboendarterectomie est une opération bien codifiée, habituellement facile et le petit calibre des vaisseaux ne doit pas être un obstacle à sa réalisation. Le soin apporté à la reconstruction artérielle permettra sans doute d'atteindre la qualité des résultats obtenus en matière d'artérite viscérale ou périphérique. Quant à la resection-greffe et aux pontages, leur place dans cette chirurgie sera sans doute plus limitée car la difficulté technique en est bien plus grande à cette échelle.

La tolérance du myocarde en état d'ischémie chronique à ce type de chirurgie reste l'inconnue la plus grave. Ni les études expérimentales, ni le petit nombre de malades déjà opérés ne permettent d'avoir une opinion précise sur ce point. On sait cependant qu'au cours des coronarites chroniques les anastomoses intercoronaires se développent de façon importante. Il n'est pas interdit de penser que si, au lieu de clamper l'aorte on contrôle électivement la branche coronaire pathologique, le myocarde restera suffisamment irrigué pour supporter une intervention de quelque durée. Si l'on considère les morts opératoires publiées, l'on constate qu'à de rares exceptions près elles sont liées non pas à l'ischémie peropératoire du myocarde mais à l'impossibilité de rétablir une circulation normale dans l'artère opérée. Ceci confirme un fait bien connu en chirurgie cardiaque : les pires déboires immédiats sont à craindre lorsqu'on n'a pas pu réparer la lésion pour laquelle on est intervenu.

L'apport de l'oxygénation en hyperbarie à la chirurgie coronarienne a déjà fait l'objet de nombreux travaux (142, 143, 144, 147, 180, 187). Il semble en particulier que l'hyperbarie constitue une protection d'une certaine efficacité contre l'installation d'une fibrillation ventriculaire au cours du clampage coronarien expérimental. Son emploi sera peut être un appoint important au cours et au décours de l'intervention chez des malades fragiles au myocarde particulièrement instable.

Le sort des techniques chirurgicales est de passer de l'audace à la routine à un rythme qui va s'accélérant. Au point que pour cette chirurgie coronarienne tout juste naissante, les cardiologues ont déjà cerné un domaine et tenté de poser des indications. L'opinion générale est assez concordante. Les malades opérés seront jeunes. Ils souffriront d'un angor très grave et rebelle au traitement médical, mais sans infarctus. Les angiographies coronaires montreront un obstacle segmentaire peu étendu d'un seul tronc.

De tels malades sont évidemment peu nombreux. Sur 434 malades admis avec le diagnostic de maladie coronarienne athéromateuse, CHATTERJEE en sélectionne 7 pour l'intervention (87). Sur 112 coeurs de malades morts de coronarite, SWEDLUND et EDWARDS en trouvent 13 porteurs d'une forme opérable (183). SZILAGYI dans une étude analogue en trouve 15 sur 144 (184). La proportion de malades opérables est faible, mais leur nombre absolu n'est pas négligeable, étant donnée la fréquence de la maladie. On peut d'ailleurs penser que certains interdits - les localisations multiples en particulier - tomberont avec le temps.

L'infarctus du myocarde lui-même deviendra peut être une urgence médico-chirurgicale dans ses formes graves. NARDI et SHAW ont déjà ressuscité un malade terrassé par une forme foudroyante, par une endarterectomie coronaire faite sous massage cardiaque, 20 minutes après la mort apparente (156.). La combinaison de l'assistance circulatoire périphérique et de la chirurgie directe en urgence pourra permettre de sauver certains malades actuellement considérés comme perdus.

Cette échappée dans la science fiction ne doit pas faire oublier les vraies conditions du développement de la chirurgie coronarienne qui sont des conditions de technique. Opérer sur ces petits vaisseaux n'est pas affaire de brio. Le geste rapide et spectaculaire fait place à une besogne lente, mesurée, où l'on retient son souffle. Le chirurgien, sa loupe sur le nez, le dos voûté, opère d'une main presqu'immobile. C'est plus un horloger qu'un héritier du baron Larrey. Mais on peut lui donner en consolation la devise que prêtait Valéry à Eupalinos l'Architecte : "Il n'y a point de détails dans l'exécution".

RESUME GENERAL

La première partie de ce travail est consacré à l'étude expérimentale de la chirurgie des petites artères. Après un aperçu des différentes techniques actuellement utilisées, deux types d'intervention sont étudiés sur les artères du lapin :

1/ l'anastomose termino-terminale pour laquelle le procédé de choix paraît être la suture oblique par deux hemi-surjets éversants en utilisant la soie 6-0 et en s'aidant d'une loupe binoculaire.

2/ la fermeture d'une artériotomie longitudinale par une pièce d'autogreffe artérielle. Le procédé décrit tient essentiellement en un prélèvement et un maniement atraumatiques du petit greffon.

La deuxième partie porte sur la chirurgie expérimentale des artères coronaires. Après un rappel de l'état actuel de la chirurgie des coronarites, deux séries de chiens opérés sont présentées :

1/ une série ayant subi à coeur battant, soit une anastomose entre l'artère mammaire interne et l'interventriculaire antérieure, soit une artériotomie et une réparation de ce dernier vaisseau. Des survivants ont été obtenus parmi lesquels un certain nombre ont gardé leurs vaisseaux opérés perméables.

2/ une série ayant subi sous circulation extracorporelle une artériotomie et une réparation de l'artère circonflexe gauche. Les résultats immédiats de cette série ont été mauvais, mais la gravité particulière de la circulation extra-corporelle chez le chien est peut être plus à incriminer que l'acte opératoire proprement dit. Si bien que c'est en définitive sur ce type de méthode que reposent les espoirs d'une application clinique de cette chirurgie.

B I B L I O G R A P H I E

PREMIERE PARTIE

ETUDE TECHNIQUE DE LA CHIRURGIE DES PETITES ARTERES

1. ANDROSOV P.I. : A new method of surgical treatment of blood vessel lesions.
Arch. Surg. 1956, 73, 902.

2. ASSIMACOPOULOS C.A. and SALMON P.A. : A modified needle holder suitable for fine suture techniques.
Surg. Gyn. Obst. 1964, 119, 356.

3. AWE W.C., ROBERTS W. and BRAUNWALD N.S. : Rapidly polymerising adhesive as an hemostatic agent : study of tissue response and bacteriological properties.
Surgery 1963, 54, 322.

4. CARREL A. : Technique opératoire des anastomoses vasculaires.
Lyon Méd. 1902, 98, 859.

5. CARREL A. et GUTHRIE C.C. : Résultat du patching des artères.
Compt. rend. soc. biol. 1906, 60, 1009.

6. CARREL A. et MOREL C. : Anastomose bout à bout de la jugulaire et de la carotide interne. Lyon Méd. 1902, 99, 114.

7. CARTER P.D. : Suture and non suture methods of small veins anastomosis.
Arch. Surg. 1962, 84, 350.

8. CARTON C.A., KESSLER L.A., SEIDENBERG B. and HURWITT E.S. : A plastic adhesive method of small blood vessel surgery. World Neurology, 1960, 1, 356.

9. CARTON C.A., KESSLER L.A., SEIDENBERG B. and HURWITT E.S. : Non suture anastomosis of arteries and veins using flanged ring prosthesis and plastic adhesive. Surg. Forum, 1961, 11, 238.

10. CHASE M.D. and SCHWARTZ S.I. : Consistent patency of 1,5 mm. arterial anastomoses. Surg. Forum, 1962, 13, 220.

11. CHASE M.D. and SCHWARTZ S.I. : Suture anastomosis of small arteries. Surg. Gyn., Obst. 1963, 117, 44.

12. CHASE M.D., SCHWARTZ S.I. and ROB C. : A technique of small arteries anastomosis. Surg. Gyn. Obst. 1963, 116, 381.

13. CHATTERJEE K.N. and WARREN R. : Technique of applying an autogenous vein patch to an arteriotomy. Surg. Gyn. Obst. 1961, 113, 114.

14. CHATTERJEE K.N., WARREN R. and GORE I. : Autogenous arterial patch for arteriotomy closure. Surgery, 1962, 52, 890.

15. CHATTERJEE K.N., WARREN R. and GORE I : The long term functional and histological fate of arteriotomy patches of autogenous arterial and venous tissue. Observations on "arterialization". J. Surg. Research. 1964, 4, 106.

16. COLLINS R.E. and DOUGLASS F.M. : Small vein anastomosis with and without operative microscope. Arch. Surg. 1964, 88, 740.

17. CRAWFORD E.S., BEAL A.C., ELLIS P.R. and DE BAKEY M.E. : A technique permitting operations upon small arteries. Surg. Forum, 1959, 10, 671.

18. DE BAKEY M.E., CRAWFORD E.S., MORRIS G.C. and COOLEY D.A. : Patch graft angioplasty in vascular surgery. J. cardiovasc. Surg. 1962, 3, 106.

19. EIKEN O. : Small artery replacement by autologous veins, homologous arteries and teflon tubes in dogs. Acta Chir. Scand. 1961, 121, 183.

20. EIKEN O. : Combined teflon-autologous vein grafts for small artery replacement in dogs. Acta Chir. Scand. 1961, 121, 200.

21. ENGLER H.S., CHRISTOPHER P.E., WILLIAMS H.C., SPEARS R.S., MORETZ W.H. : Prévention of thrombus formation in small arteries anastomoses. Arch. Surg. 1959, 78, 766.

22. FONTAINE J.L. et GANGLOFF J.M. : La suture des petits vaisseaux .et autres canaux de petit calibre à l'aide d'agrafes métalliques de fabrication soviétique. J. Chir. 1964, 88, 137.

23. GUILMET D., BRUNET A., PEDEFERRI G. et WEISS M. : Utilisation du monomère Eastman 910 en chirurgie thoracique expérimentale. Technique et premiers résultats. Ann. Chir. Thor. et Cardiovasc. 1964, 3, 501.

24. HAFNER C.D., FOGARTY T.J. and CRANLEY J.J. : Non suture anastomosis of small arteries using a tissue adhesive. Surg. Gyn. Obst. 1963, 116, 417.

25. HEALEY J.E., CLARK R.L., GALLAGER H.S., O'NEILL P. and SHEENA K.S. : Non suture repair of blood vessels. Ann. Surg. 1962, 155, 817.

26. HOBSTEIN D.J. and BLUMENSTOCK D.A. : Anastomosis of small arteries using a tissue adhesive. Surg. Gyn. Obst. 1964, 118, 112.

27. HOLMAN E. and HAHN R. : The application of the Z plasty technic to hollow cylinder anastomosis. An experimental study in the surgery of blood vessels. Ann. Surg. 1953, 138, 344.

28. HOLT G.P. and LEWIS F.G. : A new technique for end to end anastomosis of small arteries.
Surg. Forum, 1960, 11, 242.

29. HURWITT E.S., ALTMAN S.F., BOROW M. and ROSENBLATT M. : Intra abdominal anastomoses.
Surgery, 1953, 34, 1043.

30. JACOBSON J.H. and SUAREZ E.L. : Microsurgery in anastomosis of small vessels.
Surg. Forum, 1960, 11, 243.

31. LINDSTROM B.L. and DE TAKATS G. : Bifurcational anastomosis of small arteries with pedicled grafts.
Surgery, 1963, 53, 340.

32. MAN B. and ZOHN Z. : Experiments on anastomosis of small blood vessels.
J. Cardiovasc. Surg., 1962, 3, 195.

33. MANAX W.G., BLOCH J.H., LONGERBEAM J.K. and LILLEHEI R.C. : Plastic adhesive as an adjunct in suture anastomoses of small blood vessels.
Surgery, 1963, 54, 663.

34. MOZEZ M., MAN B., AGMON M., ADAR R. : Small vessels anastomoses.
Surgery, 1963, 54, 609.

35. NAKAYAMA K., TAMIYA T., YAMAMOTO K. and AKIMOTO S. : A simple new apparatus for small vessels anastomosis. (Free autograft of the sigmoïd included).
Surgery 1962, 52, 918.

36. NATHAN H.S., NACHLAS M.M., SOLOMON R.D., HALPERN B.D. and SELIGMAN A.M. : Non suture of arterial incisions using a rapidly polymerising adhesive.
Ann. Surg., 1960, 152, 648.

37. PHELAN J.T., YOUNG W.P. and GALE J.W. : The effect of suture material on small artery anastomoses.
Surg. Gyn. Obst. 1958, 107, 79.

38. ROMACHOV F.N. : Les machines à coudre soviétiques : appareils chirurgicaux de suture.
Pr. Médic. 1964,72, 277.

39. SABISTON D.C., SMITH G.W., TALBERT J.L. : Evaluation of endarterectomy in vessels of differents calibers.
Surg. Gyn. Obst. 1960, 110, 563.

40. SALMON P.A. and ASSIMACOPOULOS C.A. : Microsurgery; review of the litterature and description of a modified technique.
Minnesota Med. 1964, 46, 679.

41. SEIDENBERG B. and HURWITT E.S. : Non suture technique for vascular anastomosis.
Dis. Chest, 1963, 44, 529.

42. SEIDENBERG B., HURWITT E.S. and CARTON C.A. : The technique of anastomosing small arteries.
Surg. Gyn. Obst. 1958, 106, 743.

43. SENNING A. : Strip graft technique.
Act. Chir. Scand. 1959, 118, 81.

44. SCHUMACKER H.B. and LOWENBERG R.I. : Experimental studies in vascular repair. Comparison of reliability of various methods of end-to-end arterial sutures.
Surgery, 1948, 24, 79.

45. SUAREZ E.L. and JACOBSON J.H. : Results of small artery endarterectomy - microsurgical technique.
Surg. Forum, 1961, 12, 256.

46. SZILAGYI D.E., SHONNARD C.P., LOPEZ J.L. and SMYTH N.P.D. : The replacement of long and narrow arterial segment.
Surgery, 1956, 40, 1043.

47. THOMAS P.A. : Experimental observations with a plastic adhesive, methyl 2 Cyanoacrylate, as a sealing agent in pulmonary and bronchial surgery.
Cohesivenews, 1963, 3,6.

48. URSCHELL H.C. and ROTH E.J. : Small arterial anastomoses. I Non suture.
Ann. Surg. 1961, 153, 599.

49. URSCHELL H.C. and ROTH E.J. : Small arterial anastomoses. II Suture.
Ann. Surg.1961, 153, 611.

50. VOGELFANGER I.J., BEATTIE W.G., BROWN F.N., DEWITT J.E. and SCOBIE D.H. : The problem of small vessels anastomoses.
Surgery, 1962, 52, 354.

51. WEISS E.W. and LAM C.R. : Tantalum tubes in the non suture methods of blood vessel anastomoses.
Americ. Surg. 1950, 80, 452.

52. WILLIAMS C.L. and TAKARO T. : The russian stapler in small artery anastomoses and grafts.
Angiology, 1963, 14, 470.

DEUXIEME PARTIE

ESSAI D'APPLICATION A LA CHIRURGIE EXPERIMENTALE DES ARTERES CORONAIRES (ET AUTRES APPLICATIONS).

53. ABSOLON K.B., AUST J.B., VARCO R.L. and LILLEHEI C.W. : Surgical treatment of occlusive coronary arteries by endarterectomy or anastomotic replacement.
Surg. Gyn. Obst. 1956, 103, 180.

54. ALLISON P.R. : Thromboendarterectomy and its application to coronary artery disease.
Brit. Med.J.1962, 1, 1641.

55. ALLISON P.R. : Clinicopathologic correlations in coronary atherosclerosis. 430 patients studied with post mortem coronary angiography.
Circulation, 1963, 27, 170.

56. APAKIDZE V.K. : Une méthode chirurgicale simple dans le traitement de l'angine de poitrine.
Kardiologuia, 1963, 3, 59.

57. ARNULF G. : La résection du plexus préaortique dans l'angine de poitrine.
Arch. Mal. Coeur, 1948, 42, 1191.

58. ARNULF G. : Greffe des coronaires.
Lyon Chir. 1960, 56, 933.

59. ARNULF G. : Technique et résultats des greffes de coronaires expérimentales.
Lyon Chir. 1963, 59, 385.

60. ARNULF G. : Valeur du traitement de l'angor coronarien par la résection et l'infiltration du plexus pré et sous aortique.
Presse Méd. 1964, 72, 569.

61. BAKER N.H. and GRINDLAY J.H. : Technic of experimental systemic-to-coronary anastomosis.
Proc. Staff Mayo Clinic. 1959, 34, 497.

62. BAKER N.H., KIRKLIN J.W., GRINDLAY J.H., EDWARDS J.E. : Use of autografts to bridge defects in arteries of coronary size.
Surgery, 1958, 44, 548.

63. BAKST A.A., COSTOS DURIEUX J. and BAILEY C.P. : Arterialization of the coronary sinus for revascularization of the heart in coronary artery disease.
J. Thor Surg. 1955, 30, 57.

64. BARONOFSKY I.D., HANNON D.W. and TURBACK C.E. : Cardiojejunopexy for coronary artery disease.
Surgery, 1956, 39, 3.

65. BATTEZATI M., TAGLIAFERO A., DE MARCHI C. : Legatura delle due arterie mammarie interne nei disturbi di vascolarizatione del miocardio.
Minerva Med. 1955, 46, 1178.

66. BECK C.S. : Development of a new blood supply to the heart by operation.
Ann. Surg. 1935, 102, 801.

67. BECK C.S., HAHN R.S., LEIGHNINGER D.S. and MAC ALLISTER F.F. : Operation for coronary artery disease.
J.A.M.A., 1951, 147, 1762.

68. BECK C.S. and LEIGHNINGER D.S. : Scientific basis for the surgical treatment of coronary artery disease.
J.A.M.A., 1955, 159, 1264.

69. BECK C.S. and LEIGHNINGER D.S. : Coronary heart disease after 25 years.
J. Thor. Surg. 1958, 36, 329.

70. BECK C.S., STANTON E., BATIUCHOK W. and LEITER E. : Revascularization of the heart by graft systemic artery to coronary sinus.
J.A.M.A. 1948, 137, 436.

71. BERNE R.M. : Cardiodynamics and the coronary circulation in hypothermia.
Ann. New-York Acad. Sciences, 1959, 80, 365.

72. BERNE R.M., JONES R.D. and CROSS F.S. : Myocardial hypothermia in elective cardiac arrest.
J. Appl. Physiol. 1958, 12, 431.

73. BLUM L. and GROSS L. : Technic of experimental coronary sinus ligation.
J. Thor. Surg. 1936, 5, 522.

74. BLUMGART H.L., FREEDBERG A.S. and KURLAND G.S. : Hypothyroidism produced by radioactive iodine in the treatment of euthyroid patients with angina pectoris and congestive heart failure.
Circulation, 1950, 1, 1105.

75. BLUMGART H.L., LEVINE S.A. and BERLIN D.D. : Congestive heart failure and angina pectoris; the therapeutic effect of thyroidectomy on patients without clinical or pathologic evidence of thyroid activity.
Arch. Int. Med. 1933, 51, 866.

76. BLUMGART H.L., ZOLL P.M. and KURLAND G.G. : Discussion of direct relief of coronary occlusion.
Arch. Int. Med. 1959, 104, 862.

77. BOTHAM R.J. and YOUNG W.P. : An experimental study of systemic to coronary anastomosis.
Surg. Gyn. Obst. 1959, 108, 361.

78. BRACHFELD N., MONROE R.G. and GORLIN R. : Effects of pericoronary denervation on coronary hemodynamics.
Am. J. Physiol. 1960, 199, 174.

79. BROFMAN B.L., LEIGHNINGER D.S. and BECK C.S. : Electric instability of the heart : a study of the concept of the current of oxygen differential in coronary artery disease.
Circulation, 1956, 13, 161.

80. CANNON J.A., LONGMIRE W.P. and KATTUS A.A. : Considerations of the rationale and technique of coronary endarterectomy for angina pectoris.
Surgery, 1959, 46, 197.

81. CARTER B.N. : Revascularization of the heart.
Ann. Surg. 1948, 128, 854.

82. CARTER B.N., GALL E.A. and WADSWORTH C.L. : An experimental study of collateral coronary circulation produced by cardiopneumopexy.
Surgery 1949, 25, 489.

83. CARTER E.L. and ROTH E.J. : Direct non suture coronary anastomosis in the dog.
Ann. Surg. 1958, 148, 212.

84. CARTON C.A., HEIFETZ M.D., and KESSLER L.A. : Patching of intracranial internal carotid artery in man using a plastic adhesive.
J. Neurosurg. 1962, 19, 887.

85. CASE R.B. and BRACHFELD N. : Surgical therapy of coronary disease with special reference to myocardial revascularization.
Am. J. Cardiol. 1962, 9, 425.

86. CHATTERJEE K.N. and WARREN R. : Closure of coronary arteriotomy in the dog by means of an autogenous arterial patch.
Circulation, 1963, 27, 708.

87. CHATTERJEE K.N., WARREN R. and LITTMAN D. : Selection of patients for coronary artery reconstruction.
Arch. Surg. 1962, 84, 108.

88. COBB L.A., THOMAS G.I., MERENDINO K.A. and BRUCE R.A. : An evaluation of internal mammary artery ligation by a double blind technique.
New Engl. M.J. 1959, 260, 1115.

89. CRAFOORD C. : Some aspects of surgery for coronary disease.
Surgery 1961, 49, 215.

90. CRAFOORD C. : Surgery of coronary disease.
Dis. Chest. 1962, 41, 658.

91. DAY S.B. and LILLEHEI C.W. : Experimental basis for a new operation for coronary artery disease : a left atrial-pulmonary artery shunt to encourage the development of inter arterial anastomoses.
Surgery 1959, 45, 487.

92. DE BAKEY M.E. and HENLY W.S. : Surgical treatment of angina pectoris
Circulation 1961, 23, 111.

93. DIXON M.E. : Ventricular fibrillation threshold. Variations with coronary flow.
J. Thor. Cardiovasc. Surg. 1964, 47, 620.

94. EFFLER D.B. : Surgical procedures for myocardial ischemia.
Surgery 1964, 55, 90.

95. EFFLER D.B., GROVES L.K., SONES F.M. and SHIREY K. : Endarterectomy in the treatment of coronary artery disease.
J. Thor. Cardiovasc. Surg. 1964, 47, 98.

96. ELLIS P.R. and COOLEY D.A. : The patch technique as an adjunct to coronary endarterectomy.
J. Thor. Cardiovasc. Surg. 1961, 42, 236.

97. ELLIS F.H., DOUMANIAN A.V. and PLUM G.E. : Methods of coronary arteriotomy closure in the dog.
Arch. Surg. 1962, 84, 114.

98. FINEBERG C. and CAMISHION R.D. : Acute ligation of the left circumflex coronary artery with and without hypothermia.
Arch. Surg. 1962, 85, 717.

99. FINEBERG C., FORRIS N.P. and GIBBON J.A. : Experimental coronary sham endarterectomie with and without coronary artery perfusion.
Surgery 1960, 47, 160.

100. FINEBERG C., SCICCHITANO L.P. and CAMISHION R.C. : Anatomy of canine coronary arteries. Arch. Surg. 1962, 85, 711.

101. FRANK H.A., LAMBERT P.B., BELLMAN S. and WILLIAMS J.A. : Electrical excitability of ventricular myocardium in relation to graded changes in coronary inflow. Surg. Forum, 1959, 10, 639.

102. FROMENT R., PERRIN A., NORMAND J. et BERTHOLON M. : Les lésions de l'athérosclérose coronarienne en fonction de la chirurgie coronarienne directe. Arch. Mal. Coeur 1960, 2, 118.

103. FROMENT R., PERRIN A., NORMAND J. et DESCOTTES J. : Problèmes posés par la chirurgie coronarienne directe. Ann. Chir. 1961, 15, 853.

104. GERBRODE F., YEE Z. and RUNDEE F.F. : Experimental anastomosis of vessels to the heart. Surgery, 1959, 25, 556.

105. GOETZ R.H., ROHMAN M., HALLER J.D., DEE R. and ROSENAK S.S. : Internal mammary coronary artery anastomosis. A non-suture method employing tantalum rings. J. Thor. Cardiovasc. Surg. 1961, 41, 378.

106. GOTTESMAN L. : Direct surgical relief of coronary occlusion. Am. J. Cardiol. 1958, 2, 315.

107. GRAY C.R. : Correlation of arteriographic and pathologic findings in the coronary arteries in man. Circulation 1962, 26, 494.

108. GREEN H.D. and WEGRIA R. : Effects of asphyxia, anoxia, and myocardial ischemia on coronary blood flow. Am. J. Physiol. 1942, 135, 271.

109. GREGG D.E. : Physiology of the coronary circulation. Ann. New-York , Acad. Sciences, 1960, 90, 145.

110. GREGG D.E. and SABISTON D.C. : Current research and problems of the coronary circulation.
Circulation, 1956, 13, 916.

111. GRICE P.G., RODRIGUES R.W., KAJIKURI H., RIBERI A. and SHUMACKER R.B. : Intra pericardial asbestos in experimental coronary artery ligation.
Surgery, 1956, 40, 757.

112. GUTELIUS J., VASCO J. and SABISTON D.C. : Evaluation of experimental ligation of the right coronary artery in the dog.
J. Thor. Cardiovasc. Surg. 1961, 41, 790.

113. HAGER K. : Surgical anatomy of the right coronary artery of the dog and the effects of acute ligation.
J. Thor. Cardiovasc. Surg. 1959, 37, 517.

114. HALLEN A., BJORK L. and BJORK V.O. : Coronary thrombo-endarterectomy.
J. Thor. Cardiovasc. Surg. 1963, 45, 216.

115. HANNON D.W. and BARONOFSKY I.D. : Cardiojejunopexy as a method of revascularizing the heart.
Surgery, 1956, 40, 1111.

116. HARKEN D.E., BLACK H., DICKSON J.F. and WILSON H.E. : De-epicardialization : a simple effective surgical treatment for angina pectoris.
Circulation, 1955, 12, 955.

117. HIMBERT J. : L'athérosclérose coronarienne et ses conséquences anatomiques.
Sem. Hôp. Paris 1958, 34, 2613.

118. JACOBSON J.H., MILLER D.B. and SUAREZ E. : Microvascular surgery : a new horizon in coronary artery surgery.
Circulation, 1960, 22, 767.

119. JACOBSON J.H., WALLMAN L.J., SCHUMACHER G.A., FLANAGAN M., SUAREZ E. and DONAGHY R.M. : Microsurgery as an aid to middle cerebral artery endarterectomy.
J. Neurosurg. 1962, 19, 108.

120. JONNESCO T. : Traitement chirurgical de l'angine de poitrine par la résection du sympathique cervicothoracique.
Bull. Acad. Méd. Paris, 1920, 84, 93.

121. JULIAN O.C., LOPEZ-BELIO M., MOOREHEAD D. and LIMA A. : Direct surgical procedures on the coronary arteries : experimental studies.
J. Thor. Surg. 1957, 34, 654.

122. KATTUS A.A., LONGMIRE, W.P., CANNON J.A., WINFIELD M.E. and DAVIS J.H. : Diagnostic and functionnal evaluation of candidates for coronary endarterectomy.
Arch. Int. Med. 1959, 140, 870.

123. KEY J.A., KERGIN F.G., MARTINEAU Y. and LECKEY R.G. : Method of supplementing the coronary circulation by a jejunal pedicle graft.
J. Thor. Surg. 1954, 28, 320.

124. KLEINERT H.E., KASDAN M.L. and ROMERO J.L. : Small blood vessels anastomoses for salvage of severely injured upper extremity.
J. Bone and Joint Surg. 1963, 45 A, 788.

125. KLEINERT H.E. and KASDAN M.L. : Restoration of blood flow in upper extremity injuries.
J. Trauma 1963, 3, 461.

126. KNOCK F.E. and BEATTIE E.J. : Chemical and surgical removal of epicardium and visceral pleura.
J. Thor. Cardiovasc. Surg. 1961, 41, 178.

127. LENEGRE J., DUBOST Ch. et MAURICE P. : Un cas d'angine de poitrine syphilitique traitée par désobstruction chirurgicale des orifices coronaires exclus.
Arch. Mal. Coeur. Vaisseaux 1960, 53, 241.

128. LENEGRE J., GERBEAUX A., et HIMBERT J. : Les causes de l'angine de poitrine d'effort. Etude anatomo-clinique d'après 828 autopsies.
Soc. Med. Hop. Paris 1958, 74, 970.

129. LERICHE R., HERMAN L. et FONTAINE R. : Ligature de la coronaire gauche et fonction du coeur après énervation sympathique.
C.R. Soc. Biol. 1931, 107, 547.

130. LITTLEFIELD J.B., INGRAM P.R., FURLOW L.T. and MULLER W.H. : Physiologic response of the coronary circulation to unilateral pulmonary artery ligation.
J. Thor. Cardiovasc. Surg. 1959, 38, 696.

131. LITVAK J.S., SIDERIDES M.L. and VINEBERG A.M. : On the experimental production of coronary artery insufficiency and occlusion.
Am. Heart. J. 1957, 53, 505.

132. LONGMIRE W.P., CANNON JA. A. and KATTUS A.A. : Direct-vision coronary endarterectomy for angina pectoris.
New Engl. J. Med. 1958, 259, 993.

133. LONGMIRE W.P., CANNON J.A. and KATTUS A.A. : The surgical treatment of angina pectoris.
Arch. Int. Med. 1959, 104, 886.

134. LORD J.W. : Surgery for coronary artery disease.
Surg. Gyn. Obst. 1960, 110, 746.

135. LORD J.W., CORYLLOS E., LOWENPELS A.B., DYSART R., NEUMAN C.G. and HINTON J.W. : Evaluation of operations for revascularization of the myocardium by the study of coronary blood flow using extracorporeal circulation.
Surgery, 1958, 43, 202.

136. MAGOVERN G.J., KENT E.M., LEVOWITZ S., RATAN R.S., LOVETTE J.B., BURMAN S.D. and ORWIG V. : Non suture method of anastomosis of the left internal mammary artery to coronary.
J. Thor. Cardiovasc. Surg., 1961, 42, 642.

137. MAMYIA R.T. : Distal relocation of the origin of the left coronary artery by subclavian-left coronary artery anastomosis.
Surg. Gyn. Obst. 1961, 113, 599.

138. MARD M. et PONT M. : Désobstruction sous circulation extracorporelle d'une occlusion coronarienne syphilitique bilatérale.
Lyon. Chir. 1963, 59, 1.

139. MASSIMO C. and BOFFI L. : Myocardial revascularization by a new method of carrying blood directly from the left ventricular cavity into the coronary circulation.
J. Thor. Surg. 1957, 34, 257.

140. MAY A.M. : Coronary endarterectomy : curettement of coronary arteries in dogs.
Am. J. Surg. 1957, 93, 969.

141. MAY A.M. and BAILEY C.B. : Coronary endarterectomy.
J. Int. Coll. Surg. 1958, 29, 160.

142. MEIJNE N.G., BULTERIJS A., ELOFF S.P. and BOEREMA I. : An experimental investigation into the influence of administration of oxygen under increased atmospheric pressure upon coronary infarction. XI° congrès de la Société européenne de chirurgie cardiovasculaire.
Stockholm 1962.

143. MEIJNE N.G., BULTERIJS A., SCHOEMAKER G. and ELOFF S.P. : Treatment of dogs with oxygen under high atmospheric pressure after ligation of the descending branch of the left coronary artery.
Dis. Chest 1963, 44, 234.

144. MEIJNE N.G., SCHOEMAKER G. and BULTERIJS A. : Administration of oxygen under increased pressure in cases of low cardiac output caused by injection of microspheres of divinylbenzene into the coronary arteries.
J. Thor. Cardiovasc. Surg. 1964, 47, 664.

145. MELNICK G.S., TUNA W. and GILSON M.J. : Post-mortem coronary arteriogram. A correlation with electrocardiogram and anatomic findings.
Angiology, 1963, 14, 252.

146. MILLER E.W., KOLFF W.K. and GROVES L.K. : Experimental coronary artery surgery in dogs employing a pump oxygenator.
Surgery, 1959, 45, 1005.

147. MOON C. : A patient with coronary thrombosis treated with hyperbaric oxygen.
Lancet 1964, 1, 18.

148. MOORE T.C. and RIBERI A. : Maintenance of coronary circulation during systemic-to-coronary artery anastomosis.
Surgery, 1958, 43, 245.

149. MORAN R.E. : Revascularization of the heart by tubed pedicle graft of skin and subcutaneous tissue. Plastic and Reconstruct.
Surg. 1952, 10, 296.

150. MURRAY G. : Heparin in surgical treatment of blood vessels.
Arch. Surg., 1940, 40, 307.

151. MURRAY G. : The physiopathology of the cause of death from coronary thrombosis.
Ann. Surg. 1947, 126, 523.

152. MURRAY G. : Resection of atheromatous segment of coronary arteries and graft replacement. Proceedings of the congress of the international society of angiology.
Lisbon, Sept. 1953.

153. MURRAY G. : The surgical treatment of coronary thrombosis.
Canad. M. Ass. J. 1952, 67, 100.

154. MURRAY G. : Surgery of coronary heart disease.
Angiology, 1953, 4, 526.

155. MURRAY G., PORCHERON R., HILARIO J. and ROSCHLAU W. : Anastomosis of a systemic artery to the coronary.
Canad. M. Ass. J. 1954, 71, 594.

156. NARDI G.L. and SHAW R.S. : Emergency coronary endarterectomy.
Dis. Chest. 1963, 44, 193.

157. ORTNER A.B., BERG H.F. and LEBENDIGER A. : Limb salvage through small vessels surgery.
Arch. Surg. 1961, 83, 3.

158. O'SHAUGHNESSY.L.G., MASON D., SLONE D., WATSON F.: Surgical revascularization of the heart.
Lancet, 1939, 1, 617.

159. PARSONS W. and PURKS W.K. : Total thyroidectomy for heart disease.
Ann. Surg. 1937, 105, 722.

160. PATEL J. Cl. : Indications et technique de l'implantation myocardique de l'artère mammaire interne (opération de VINEBERG).
Pr. Med. 1964, 72, 2397.

161. PHIBBS C.M., VAN TYN R.A. and MAC LEAN L.D. : Vulnerability of the dog heart to ventricular fibrillation; a comparative study of chronic ischemia and 3 myocardial revascularization procedures.
J. Thor. Cardiovasc. Surg. 1961, 42, 228.

162. RATAN R.S., LEON M., LOVETTE J.B., LEVOWITZ B.S., MAGOVERN G.J. KANT EM. : Modified non suture anastomosis of coronary artery and internal mammary artery in dogs.
Surg. Forum 1960, 11, 239.

163. ROBERTS R.E., DOUGLASS F.M. : Replacement of the cervical esophagus and hypopharynx by a revascularized free jejunal graft.
New-Engl. Med. J. 1961, 264, 342.

164. SABISTON D.C. : Coronary endarterectomy.
Am. Surg. 1960, 26, 219.

165. SABISTON D.C. and BLALOCK A. : Coronary endarterectomy for angina pectoris.
Postgrad. Med. 1961, 29, 439.

166. SABISTON D.C., FAUTEUX J.P. and BLALOCK A. : Experimental study of the fate of arterial implants in the left ventricular myocardium with a comparison of similar implants in other organs.
Ann. Surg. 1957, 145, 927.

167. SABISTON D.C., GUTELIUS J. and VASCO J.S. : Evaluation of endarterectomy in the presence of experimental hypercholesterolemia and atherosclerosis.
Surgery, 1960, 48, 894.

168. SANDS J. and DE GREFF A.C. : Effects fo progressive anoxemia on the heart circulation.
Am. J. Physiol. 1925, 74, 416.

169. SATINSKY V.P., KUHN R., KOMPANIEZ E.V., BAUM R.N. : Coronary Curettage.
Dis. Chest. 1959, 35, 88.

170. SAUVAGE L.R. : Experimental coronary artery surgery. Preliminary observations of by pass venous grafts, longitudinal arteriotomy and end to end anastomosis.
J. Thor. Cardiovasc. Surg. 1963, 46, 826.

171. SCEBAT L., RENAIS J., LENEGRE J. : Ischémie myocardique expérimentale du chien.
I/ Altérations précoces de l'electrocardiogramme.
Arch. Mal. Coeur. Vaisseaux. 1963, 56, 388.

172. SCEBAT L., RENAIS J., et LENEGRE J. : Ischémie myocardique experimentale du chien.
II/ Evolution éloignée des altérations électriques.
Arch. Mal. Coeur Vaisseaux, 1963, 56, 756.

173. SCEBAT L., RENAIS J. et LENEGRE J. : Ischémie myocardique expérimentale du chien.
III/ Lésions myocardiques; confrontation avec l'ECG.
Arch. Mal. Coeur Vaisseaux, 1964, 57, 199.

174. SCHECHTER D.C. and DUBOST Ch. : The surgical treatment of athérosclerotic heart disease.
Surg. Gyn. Obst. 1964, 118, 613.

175. SCHLESSINGER M.J. and ZOLL P.M. : Incidence and localisation of coronary arteries occlusion.
Arch. Path. 1941, 32, 178.

176. SENNING A. : Operativ behandlung av angina pectoris.
Nord. Med. 1958, 60, 1445.

177. SENNING A. : Strip grafting in coronary arteries. Report of a case.
J. Thor. Cardiovasc. Surg. 1961, 41, 542.

178. SEWELL W.H., KOTH D.R., HUGGINS C.E. : Ventricular fibrillation in dogs after suden return of flow to the coronary artery.
Surgery, 1955, 38, 1050.

179. SMITH F.R. and MAC INTYRE D. : Ivalon graft to bridge coronary artery occlusion.
J. Thor. Surg. 1958, 35, 513.

180. SMITH G. and LAWSON D.A. : Experimental coronary arterial occlusion. Effects of the administration of oxygen under pressure.
Scottish. M.J. 1958, 3, 346.

181. SPENCER F.C., EISEMAN B., NORTON L.W., KOH Y.C. : Coronary artery patch graft. Experiment with cardiopulmonary bypass and hypothermia.
Arch. Surg. 1963, 86, 81.

182. SPENCER F.C., EISEMAN B., YONG N.K. and PRACHWABMOH K. : Experimental coronary arterial surgery with hypothermia and cardiopulmonary by pass.
Circulation 1964, 24, 140. (Suppl.).

183. SWEDLUND H.A., ACHOR W.P. and EDWARDS J.E. : Clinicopathologic study of direct surgical treatment of occlusive coronary disease.
Circulation, 1962, 25, 292.

184. SZILAGYI D.E., MAC DONALD R.T. and FRANCE L.C. : The applicability of angioplastic procedures in coronary atherosclerosis. An estimate through post mortem injection study.
Ann. Surg. 1958, 148, 447.

185. THAL A., PERRY J.F., MILLER F.A. and WANGENSTEEN, O.W. : Direct suture anastomosis of the coronary arteries in the dog.
Surgery 1956, 40, 1023,

186. THOMSON S.A. : Development of cardio pericardial adhesions following the use of talc.
Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 1939, 40, 260.

187. TRAPP W.G. : Experimental studies of increased atmospheric pressure on myocardial ischemia after coronary ligation.
J. Thor. Cardiovasc. Surg. 1964, 47, 687.

188. VINEBERG A.M. : Development of anastomosis between coronary vessels and transplanted internal mammary artery.
Canad. M.A.J. 1946, 55, 117.

189. VINEBERG A.M. : Coronary vascular anastomosis by internal mammary artery implantation.
Canad. M.A.J. 1958, 78, 871.

190. VINEBERG A.M. : Experimental background of myocardial revascularization by internal mammary artery implantation and supplementary technics with its clinical application in 125 patients.
Ann. Surg. 1964, 59, 185.

191. VINEBERG A.M. and BULLER W. : Technical factors which favor mammary-coronary anastomosis.
J. Thor. Surg. 1955, 30, 411.

192. VINEBERG A.M. and WALKER J. : Six monthes to six years experience with coronary artery insufficiency treated by internal mammary implantation.
Am. Heart. J. 1957, 54, 851.

193. VINEBERG A.M. and WALKER J. : The surgical treatment of coronary heart disease by internal mammary artery implantation.
Dis. Chest. 1964, 45, 190.

194. WARREN D. : Experimental study of the oxygen differential theory of ventricular fibrillation.
Surg. Gyn. Obst. 1963, 117, 677.

195. WARREN R. : Experience with coronary endarterectomy.
J. Cardiovasc. Surg. 1962, 3, 281.

196. WIGGERS C.J. : Functionnal importance of coronary collaterals.
Circulation 1952, 5, 609.

197. YABUKI S., BLANCO G., IMBRIGLIA J.E., BENTIVOGLIO L. and BAILEY C.P. : Times studies of acute reversible coronary occlusion in dogs.
J. Thor. Cardiovasc. Surg. 1959, 38, 40.

198. YATER W.H. : Coronary artery disease in men 18 to 39 years of age. Report of 866 cases, 450 with necropsy examination.
Am. Heart J. 1948, 36, 683.

199. ZOLL P.M., WESSLER S. and SCHLESSINGER M.J. : Interarterial coronary anastomoses in the human heart with particular reference to anemia and to relative cardiac anoxia.
Circulation, 1951, 4, 797.

TABLE DES MATIERES

Pages

INTRODUCTION 1

ETUDE TECHNIQUE DE LA CHIRURGIE DES PETITES ARTERES..... 8

PREMIERE PARTIE - LES ANASTOMOSES TERMINO-TERMINALES 9

I) Le matériel utilisé 9

II) La technique 12

III) Les résultats 23

DEUXIEME PARTIE - LA FERMETURE D'UNE ARTERIOTOMIE LONGITUDINALE PAR UNE PIECE D'AUTOGREFFE ARTERIELLE 30

I) La technique 31

II) Les résultats 39

ESSAI D'APPLICATION A LA CHIRURGIE EXPERIMENTALE DES ARTERES CORONAIRES. 44

- Etat actuel de la chirurgie des coronarites..... 45

- Les interventions sur coeur battant 62

I) Le matériel utilisé..... 62

II) La technique 63

III) Les résultats 68

IV) Discussion 81

Pages

EXPERIMENTATION A COEUR ARRETE SOUS CIRCULATION EXTRACORPORELLE 85

I) Le matériel utilisé 85

II) La technique 87

III) Les résultats 93

IV) Discussion 98

C O N C L U S I O N 100

B I B L I O G R A P H I E.

65

ETUDE TECHNIQUE DE LA CHIRURGIE DES PETITES ARTERES.

ESSAI D'APPLICATION A LA CHIRURGIE EXPERIMENTALE DES ARTERES CORONAIRES.

VU:
DOYEN
our le Doyen
SSESSEUR.

Eric HAZAN
5053 J

VU
et PERMIS D'IMPRIMER
LE RECTEUR
DE L'ACADÉMIE DE PARIS

IMP. GERMAIN 92, RUE DE RENNES • PARIS 6ÈME